

Bonifácio, Gabriela Marise de Oliveira; Guimarães, Raquel Rangel de Meireles

Working Paper

Projeções populacionais por idade e sexo para o Brasil até 2100

Texto para Discussão, No. 2698

Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Bonifácio, Gabriela Marise de Oliveira; Guimarães, Raquel Rangel de Meireles (2021) : Projeções populacionais por idade e sexo para o Brasil até 2100, Texto para Discussão, No. 2698, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, <https://doi.org/10.38116/td2698>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/249216>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

TEXTO PARA DISCUSSÃO

2698

**PROJEÇÕES POPULACIONAIS
POR IDADE E SEXO PARA
O BRASIL ATÉ 2100**

**GABRIELA BONIFÁCIO
RAQUEL GUIMARÃES**



**PROJEÇÕES POPULACIONAIS POR IDADE
E SEXO PARA O BRASIL ATÉ 2100**

GABRIELA BONIFÁCIO¹

RAQUEL GUIMARÃES²

1. Consultora na Diretoria de Estudos e Políticas Macroeconômicas (Dimac) do Ipea; e pós-doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Demografia na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGDEM/UFRN).

2. Pesquisadora do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Dimac/Ipea; professora adjunta no Departamento de Economia e no Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas na Universidade Federal do Paraná (UFPR); pesquisadora visitante no International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), com pós-doutorado em *world population* pela mesma instituição; mestra e doutora em demografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); e mestra em educação internacional comparada pela Stanford University.

Governo Federal

Ministério da Economia

Ministro Paulo Guedes

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério da Economia, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

CARLOS VON DOELLINGER

Diretor de Desenvolvimento Institucional
MANOEL RODRIGUES JUNIOR

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**
FLÁVIA DE HOLANDA SCHMIDT

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas
JOSÉ RONALDO DE CASTRO SOUZA JÚNIOR

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais
NILO LUIZ SACCARO JÚNIOR

**Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de
Inovação e Infraestrutura**
ANDRÉ TORTATO RAUEN

Diretora de Estudos e Políticas Sociais
LENITA MARIA TURCHI

**Diretor de Estudos e Relações Econômicas e
Políticas Internacionais**
IVAN TIAGO MACHADO OLIVEIRA

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação
ANDRÉ REIS DINIZ

OUVIDORIA: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>
URL: <http://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2021

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).
Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério da Economia.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: J11.

DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2698>

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 CONTEXTO DEMOGRÁFICO BRASILEIRO: BREVES CONSIDERAÇÕES	7
3 PROJEÇÃO POPULACIONAL: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	12
4 RESULTADOS	20
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS.....	28
APÊNDICE A – METODOLOGIA DE PROJEÇÃO DA FECUNDIDADE	30
APÊNDICE B – O MODELO DE INTERPOLAÇÃO PARA PROJEÇÃO DA MORTALIDADE	43
APÊNDICE C – A COMPONENTE DA MIGRAÇÃO.....	45
APÊNDICE D – O MÉTODO DAS COORTES-COMPONENTES.....	48
APÊNDICE E – BRASIL: PROJEÇÕES DAS TAXAS ESPECÍFICAS DE FECUNDIDADE POR IDADE (TEFs) E DAS TAXAS DE FECUNDIDADE TOTAL (TFTs) SEGUNDO OS DIFERENTES CENÁRIOS (2020-2100)	55
APÊNDICE F – BRASIL: RESULTADOS DAS PROJEÇÕES POPULACIONAIS, POR FAIXAS ETÁRIAS E SEXO, SEGUNDO OS TRÊS CENÁRIOS DE PROJEÇÃO DESENVOLVIDOS (2010-2100).....	58

SINOPSE

As projeções populacionais elaboradas neste trabalho buscaram cumprir com o objetivo de produzir insumos quantitativos que auxiliem nas análises e simulações dos impactos macroeconômicos de diferentes propostas de reforma do regime previdenciário no Brasil. Daí a necessidade de considerar, nessas projeções, o período de 2010 a 2100, um limite temporal maior do que é normalmente empregado em exercícios dessa natureza. Ademais, foram consideradas as variáveis sexo e grupos etários quinquenais, de modo a obter a estrutura e composição da população brasileira a médio e longo prazo, e, com isso, verificar o impacto demográfico para o regime previdenciário. Sabe-se que exercícios de projeção envolvem tarefas complexas, principalmente porque populações humanas são bastante dinâmicas e o seu dinamismo é afetado por efeitos de conjuntura que muitas vezes não são previstos nas projeções. No entanto, é possível obter projeções populacionais bastante razoáveis com a elaboração de hipóteses coerentes, a aplicação de técnicas e a utilização de dados apropriados. Foram tomadas como base de referência, para o desenvolvimento do exercício aqui apresentado, as projeções populacionais oficiais realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por serem reconhecidas, notadamente, pelo rigor metodológico aplicado. As projeções populacionais do Brasil foram elaboradas considerando três cenários distintos: cenário IBGE/Ipea, cenário de choque populacional e cenário de fecundidade constante. Em cada um desses cenários foram adotadas hipóteses específicas e aplicadas técnicas próprias. Com isso, resultaram três possíveis projeções populacionais que se diferenciavam quanto à composição por sexo e grupos de idade e que poderiam ter efeitos diferentes para o regime previdenciário.

Palavras-chave: projeções; população; demografia.

ABSTRACT

The population projections elaborated in this work sought to fulfill the objective of producing quantitative inputs that help in the analysis and simulations of the macroeconomic impacts of different proposals for reforming the social security system in Brazil. Hence the need to consider, in these projections, the period from 2010 to 2100, a longer time limit than is normally used in exercises of this nature. Furthermore, the variables sex and age groups were considered for five years, in order to obtain the structure and composition of the Brazilian population in the medium and long term, and thus verify the demographic impact on the social security system. It is known that projection exercises involve complex tasks, mainly because human populations are very dynamic and their dynamism is affected by conjunctural effects that are often not foreseen in the projections. However, it is possible to obtain very reasonable population projections with the elaboration of coherent hypotheses and with the application of techniques and the use of appropriate data. The official population projections carried out by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) were taken as a reference base for the development of the exercise presented here, as they are recognized, notably, for the methodological rigor applied. Population projections for Brazil were prepared considering three distinct scenarios: IBGE/Ipea scenario, population shock scenario and constant fertility scenario. In each of these scenarios, specific hypotheses were adopted and their own techniques were applied. This resulted in three possible population projections that differed in terms of composition by sex and age groups and that could have different effects on the social security system.

Keywords: projections; population; demography.

1 INTRODUÇÃO

Projeções populacionais constituem importante recurso para auxiliar no planejamento de diversas áreas estratégicas do desenvolvimento de uma localidade, seja ela um país, um estado ou um município. Daí a importância do cuidado que se deve ter para realizar projeções populacionais, uma vez que a qualidade dos resultados gerados nessas projeções influenciará sobremaneira nas decisões de programas e ações envolvendo tanto o setor público quanto o setor privado.

Os exercícios de projeção populacional envolvem tarefas complexas, que devem levar em consideração um conjunto de elementos demográficos, econômicos, políticos e sociais para serem desenvolvidas com qualidade. Daí que obter projeções totalmente corretas é muito difícil e torna-se ainda mais complicado na medida em que diminui o tamanho da localidade. Isso porque populações humanas são bastante dinâmicas e o seu dinamismo é afetado por efeitos de conjuntura que muitas vezes não são previstos nas projeções. Além disso, há de se considerar os problemas de dados (sua escassez, baixa qualidade ou até mesmo inexistência), que interferem na qualidade das projeções.

No entanto, é possível obter projeções populacionais bastante razoáveis com a elaboração de hipóteses coerentes e com a aplicação de técnicas e a utilização de dados apropriados. Desse modo, os resultados serão mais satisfatórios à medida que a projeção mais se aproximar da realidade.

Este trabalho lança-se a esse desafio de projetar a população do Brasil entre 2010 e 2100, por sexo e grupos de idade. O objetivo principal deste exercício é produzir estimativas populacionais de qualidade que possam servir de insumo quantitativo para análise e simulação dos impactos macroeconômicos de diferentes propostas de reforma do regime previdenciário no Brasil. O rigor metodológico aplicado em tal projeção teve como meta oferecer um panorama prospectivo mais realista possível para o processo de envelhecimento esperado da população brasileira.

O extenso período de projeção adotado (2010-2100) não é uma prática frequente em exercícios de projeção populacional. No entanto, buscou-se, por meio das projeções

considerando um longo período, fornecer dados populacionais plausíveis para subsidiarem projeções econômicas e atuariais que, em algumas situações, demandam um espaço temporal maior. Essa é a motivação que fundamentou a determinação do limite de 2100 para as projeções apresentadas.

O fato de o Brasil ser um país com dimensões continentais e grandes diversidades regionais e socioeconômicas requereu uma atenção especial e a elaboração de hipóteses diferenciadas para a composição futura da sua população, por sexo e idade. A projeção realizada abarcou distintos cenários prospectivos, envolvendo hipóteses específicas e, em alguns casos, a utilização de metodologias diferentes. Isso resultou em mais de uma opção plausível para o futuro populacional do Brasil, o que permite o delineamento de diferentes cenários para a evolução do regime previdenciário do país.

Cabe salientar que a projeção populacional do Brasil, aqui apresentada, recorreu, como referência, à projeção realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o país na revisão de 2018. Ou seja, as hipóteses adotadas para os diferentes cenários aplicaram-se tomando como população inicial aquela projetada pelo IBGE (2018), em distintos períodos. Assim, para determinado cenário considerado, manteve-se a população projetada pelo IBGE para o período 2010-2020, e, a partir de 2020, foram aplicadas as hipóteses desenvolvidas. Em outra situação, porém, foi mantida a projeção do IBGE para o período 2010-2060, e somente a partir de 2060 é que se realizou uma nova projeção até 2100.

A decisão de tomar a população projetada pelo IBGE, na revisão de 2018, como referência de projeção deve-se ao que foi discutido anteriormente sobre a qualidade dos dados e como isso interfere nos resultados. Desse modo, as projeções oficiais do IBGE são reconhecidas pelo rigor no tratamento dos dados utilizados e, por isso, consideramos as mais adequadas para serem a base das projeções desenvolvidas neste estudo.

2 CONTEXTO DEMOGRÁFICO BRASILEIRO: BREVES CONSIDERAÇÕES

Conhecer o contexto demográfico da localidade cuja população pretende-se projetar é um mecanismo valioso para a elaboração de hipóteses que vão delinear a dinâmica populacional

esperada para essa localidade. Assim, o conhecimento do contexto demográfico antecede a projeção de fato, mas é imprescindível para definir hipóteses robustas e, com isso, desenvolver projeções de qualidade.

Sendo assim, é importante conhecer o contexto demográfico brasileiro a fim de entender o processo de elaboração das hipóteses aplicadas na projeção populacional do país. Esse contexto resume-se ao comportamento das componentes demográficas de fecundidade e mortalidade, já que são elas as principais responsáveis pelas mudanças em curso no país – haja vista que, no tocante à migração, o Brasil tem mantido a sua tendência histórica de saldo migratório internacional baixo.

No que diz respeito à fecundidade, o Brasil é um dos países latino-americanos que chamam atenção pelo acelerado ritmo de queda do seu nível. Desde o início da sua transição demográfica, que consta a partir da década de 1960, a fecundidade declinou de 6,0 filhos por mulher para 1,78 filho por mulher, em meados de 2010 (UN, 2017). Ou seja, em aproximadamente cinquenta anos, houve uma redução de 70% no nível de fecundidade do país, o que representa um declínio bastante acentuado.

E não é apenas no nível da fecundidade que as mudanças estão operando substantivamente. As duas primeiras décadas do século XXI sinalizaram modificações importantes no perfil da fecundidade brasileira. Entre 2000 e 2010, a redução da taxa de fecundidade total (TFT) foi consequência, na maior parte, da redução da fecundidade das mulheres menos escolarizadas e daquelas de *status* econômico mais baixo, já que, entre as mais escolarizadas, houve, inclusive, certo aumento (Cavenaghi e Berquó, 2014, p. 73). Além disso, nesse mesmo período, houve diminuição da taxa de fecundidade entre as adolescentes (Carvalho *et al.*, 2018). Além dessas transformações, nos últimos anos verificou-se que: a progressão para filhos de ordem 2 ou superior diminuiu, enquanto as mulheres de parturição 0 (zero) e parturição 1 (um) aumentaram sua participação (Cavenaghi e Alves, 2013); o uso da contracepção moderna tornou-se bastante difundido; e a desigualdade de fecundidade entre os estratos sociais sofreu redução.

Ainda sobre esse contexto, Rosero-Bixby, Castro-Martín e Martín-Garcia (2009) mostram que, entre a década de 1970 e o primeiro quinquênio de 2000, houve um aumento da proporção

de mulheres latino-americanas – incluindo as brasileiras – com 20 ou 30 anos de idade que ainda não tinham realizado a transição para a maternidade, concomitantemente ao declínio na proporção daquelas que tiveram o primeiro filho nas idades abaixo de 30 anos. Wong (2009) encontra evidências parecidas, com declínio da fecundidade entre as adolescentes, e chama atenção para um padrão mais envelhecido da fecundidade de alguns países latino-americanos, incluso o Brasil, a médio e longo prazo. Miranda-Ribeiro *et al.* (2016) apresentam insumos, por exemplo, que indicam que a partir da década de 1990 as mulheres brasileiras passaram a postergar os nascimentos e que atualmente o país enfrenta um adiamento sustentável da fecundidade. E essa será a tendência no futuro próximo, com o efeito parturição cada vez menos positivo, o que manterá o comportamento de queda do nível de fecundidade no país.

Diante dessas evidências, as projeções populacionais deverão levar em consideração todas essas transformações em curso no país. A projeção mais recente divulgada pelo IBGE (2018) parece captar essas mudanças e indica qual são o nível e o padrão de fecundidade esperados no futuro caso elas se mantenham. Segundo essa projeção, até 2060, o nível da fecundidade diminuirá para 1,66 filho por mulher, e a estrutura etária chegará ao padrão mais envelhecido, com fecundidade concentrada nas idades intermediárias (25 a 29 e 30 a 34 anos), com a fecundidade adolescente em um patamar muito baixo, o que configurará um perfil bastante distinto do que tem sido observado até o presente.

A partir dessas informações, acredita-se que um fator preponderante para a redução da fecundidade adolescente e o conseqüente envelhecimento da estrutura etária da fecundidade seja a postergação da entrada à maternidade. Até a atualidade, grande parte das mulheres brasileiras, principalmente aquelas de baixa escolaridade e renda, tem o primeiro filho ainda com uma idade jovem, mas interrompem a reprodução também precocemente, indicando que o uso da contracepção tem o propósito de terminar a reprodução, não de adiar ou espaçar os nascimentos (Cavenaghi e Alves, 2011). No entanto, estudos recentes apresentados já mostraram que não obstante a fecundidade adolescente ser elevada, ela já está em processo de declínio, como efeito do adiamento dos nascimentos, que afeta não apenas a fecundidade adolescente, mas a TFT do país, que tende a seguir comportamento descensional. E, uma vez iniciado esse fenômeno, é esperado que ele se acentue e continue atuando a médio e longo prazo. Essa expectativa se deve ao aumento da taxa de escolarização dos brasileiros, ao

crescimento da participação feminina no mercado de trabalho e ao uso de contraceptivos, cada vez mais difundido e eficiente. Todos esses elementos interferem diretamente no adiamento e no declínio da fecundidade.¹

Outro fator a ser considerado é o da parturição. Entre meados da década de 1980 e meados da década de 2000, a proporção de mulheres que progrediram para filhos de ordem 2 ou 3 diminuiu consideravelmente, e, ao mesmo tempo, aumentou a proporção daquelas de 20 a 44 anos sem filhos (Bonifácio, 2016). Isso significa que uma proporção cada vez menor de brasileiras está fazendo a transição para a maternidade. Quando isso ocorre, o número de filhos tidos é reduzido, em comparação ao período do início da transição. Miranda-Ribeiro *et al.* (2016) chamaram atenção para esse comportamento, um efeito parturição cada vez menos positivo para a fecundidade do país. Ou seja, a parturição das mulheres terá uma influência cada vez menor no nível da fecundidade, o que acabará por contribuir para o ritmo de declínio das taxas nas próximas décadas. Um aspecto importante ligado a essa tendência diz respeito à redução da proporção de filhos tidos indesejadamente. Segundo Berquó e Lima (2009), a indesejabilidade do último filho nascido nos cinco anos anteriores à data da Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde (PNDS) diminuiu de 23,1%, em 1996, para 18,2%, em 2006. Isso mostra que, de modo geral, um número cada vez maior de brasileiras está conseguindo implementar suas preferências reprodutivas, alcançando o número desejado de filhos. Assim, a fecundidade indesejada tende a ser uma realidade cada vez menos presente no Brasil, principalmente se, como esperado, o acesso à informação e aos métodos contraceptivos tornar-se mais difundido no país. A consequência será uma diminuição do nível da fecundidade.

Em síntese, se as tendências de postergação dos nascimentos e de declínio da parturição se mantiverem, é perfeitamente possível que o cenário de comportamento futuro da fecundidade, traçado pelo IBGE (2018), permaneça. E o atual perfil de fecundidade do país dá margem para que isso ocorra. Assim, a combinação de postergação dos nascimentos e número reduzido de filhos culminará, fatalmente, em fecundidade mais baixa e mais envelhecida.

1. Sobre esse assunto ver, por exemplo, Becker (1991); Bongaarts (1978); Caldwell (2008); Carvalho e Wong (1990); Carvalho *et al.* (1981); e Cavenaghi e Alves (2013).

A mortalidade também vem apresentando constante declínio no país, em particular, a partir dos anos 1960, o que pode ser observado a partir dos ganhos na esperança de vida ao nascer da população brasileira como um todo. Entre os fatores responsáveis por essa queda, pode-se citar os avanços obtidos na medicina, o declínio da mortalidade infantil e a melhoria das condições de nutrição e saneamento básico (Malaquias *et al.*, 2002).

Nas últimas décadas, o declínio acentuou-se. O número de óbitos em menores de 5 anos, por exemplo, reduziu-se de 191.505, em 1990, para 51.226, em 2015, segundo França *et al.* (2017), que mostram, também, que a redução da mortalidade infantil foi acima de 60% nos estados brasileiros, com destaque para a região Nordeste. Ademais, o país tem apresentado mudanças em seu padrão epidemiológico, com perda do peso relativo de doenças infecciosas e parasitárias e aumento do peso de doenças do aparelho circulatório e neoplasias malignas, no total de causas de morte (Araújo, 2012). Essa alteração é bem típica de sociedades que estão em franco processo de envelhecimento populacional, como é o caso brasileiro.

Contudo, como Araújo (2012) ressalta, a melhoria das condições de vida, em países como o Brasil, tem sido gradual e descontínua, de modo que, ao contrário dos países mais desenvolvidos, é possível verificar uma prevalência elevada de algumas causas de morte relacionadas a antigos problemas sanitários, como doença de Chagas e esquistossomose. O Brasil é caracterizado, ainda, por uma situação de morbimortalidade mista, em que permanece uma grande incidência de infecções comuns (apesar do declínio do peso relativo) coexistindo com o aumento de doenças crônico-degenerativas (Lebrão, 2007).

Apesar de apresentar um cenário não tão favorável no que concerne à transição epidemiológica, o Brasil parece estar investindo para a reversão desse quadro. Medidas voltadas para a redução da mortalidade infantil, da mortalidade materna, e de causas relacionadas à pobreza e à falta de saneamento, estão sendo desenvolvidas e aplicadas no país (Victora, 2001). Desse modo, já é possível verificar melhorias nessas áreas, como na mortalidade infantil, mostrada anteriormente. E, na medida em que há avanços médicos, sanitários, ampliação da educação formal e do acesso a serviços de saúde e medicamentos, ou seja, o país se desenvolve e se moderniza, a tendência é apresentar um perfil epidemiológico

semelhante àquele observado atualmente nos países mais desenvolvidos. Isso é o que se espera que vá ocorrer com o Brasil no futuro, e há condições para acontecer.

As tendências atuais observadas para a fecundidade e mortalidade do Brasil apontam para um cenário de população envelhecida e de maior longevidade, tal como verificado em nações mais desenvolvidas e que já finalizaram o processo de transição demográfica. Assim, o Brasil está seguindo caminhos já trilhados por outros países. A consequência é uma proporção de população idosa muito superior à de jovens, o que causará impactos em diversas áreas dos setores econômicos, sociais e políticos.

Este é o desafio da projeção populacional: decifrar como será o caminho que o Brasil percorrerá. Como já discutido, ainda são esperadas muitas mudanças até que o país atinja a maturidade populacional.

3 PROJEÇÃO POPULACIONAL: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A técnica adotada para projetar a população do Brasil refere-se ao método das componentes, ou das coortes-componentes. É o mais usado para projetar população por idade e sexo, uma vez que permite considerar os diferentes riscos de mortalidade, fecundidade e migração a que estão expostos os distintos grupos populacionais.

A aplicação do método das componentes é relativamente simples, pois seu papel é juntar a projeção realizada para cada componente a fim de obter a população projetada, considerando os efeitos da fecundidade, mortalidade e migração. O principal desafio é estabelecer hipóteses a respeito do comportamento futuro de cada uma dessas componentes e projetar suas tendências.

No trabalho aqui desenvolvido, realizou-se a projeção de cada uma das componentes demográficas separadamente. Estabeleceram-se hipóteses de tendência futura esperada, culminando, em alguns casos, em mais de um cenário possível de projeção, a fim de ampliar as possibilidades de retrato do desenvolvimento futuro da população brasileira.

3.1 Fecundidade

Nesta subseção descrevemos resumidamente os procedimentos adotados para a projeção da fecundidade. O detalhamento dos aspectos metodológicos para a projeção da componente encontra-se ao final deste trabalho (apêndice A). Dadas as considerações sobre o contexto demográfico do Brasil, e tendo o país atingido um nível relativamente baixo de fecundidade, é possível, a partir de um conjunto de estimativas de 2010 a 2060, identificar tendências tanto no tempo quanto entre idades, permitindo delinear uma transição em concordância com essas tendências e que seja coerente para o caso brasileiro.

A premissa adotada para estimar a fecundidade, por idade da mulher, é a de que as mulheres mais jovens vão adiar a fecundidade, de modo a ter os filhos em idades mais avançadas. Assim, a fecundidade nas idades mais jovens tenderá a diminuir e a fecundidade nas idades mais velhas a aumentar, como efeito da postergação.

Para os diversos períodos compreendidos no período de projeção, assume-se o que segue adiante.

- 1) As jovens de 15 a 19 anos continuarão com o comportamento de queda significativa da fecundidade e tenderão a apresentar taxas muito baixas comparadas a de países europeus que, atualmente, já estão em fase final da transição, como a França.
- 2) Entre as mulheres de 20 a 24 anos, também haverá queda importante da fecundidade. No entanto, o ritmo não será tão acentuado quanto o esperado para as adolescentes, pois já estão em processo de declínio há mais tempo que as primeiras.
- 3) Para os grupos intermediários, isto é, entre 25 e 34 anos, é esperado um aumento das taxas de fecundidade ao longo do tempo, como consequência do processo de postergação verificado nas idades mais jovens. Contudo, o ritmo de crescimento não será na mesma magnitude do declínio das mais jovens, uma vez que haverá recuperação somente de parte da fecundidade adiada.
- 4) Outra parte das mulheres que adiarão a fecundidade irá recuperá-la em idades mais avançadas, notadamente entre 35 e 44 anos. Daí que, para essas idades, também é esperado um aumento das taxas. Entretanto, considerando que, atualmente, apresentam níveis já significativamente baixos, e atentando para o fato de que nem todo nascimento adiado resulta em um filho, o crescimento da fecundidade, nessas idades, se dará em um ritmo mais lento, com tendência à estabilidade.

- 5) Finalmente, para as mulheres em idades acima de 45 anos, espera-se que a fecundidade permaneça nos patamares estimados para 2060, isto é, com taxas inferiores a, por exemplo, 5 por mil.

Importante salientar que as estimativas seguem uma tendência de comportamento já traçada pelo IBGE em sua última revisão de projeção populacional, em 2018. Isso porque, como já mencionado, se o comportamento de postergação dos nascimentos e de declínio da parturição se consolidarem, é perfeitamente possível que o cenário de comportamento futuro da fecundidade, traçado pelo IBGE, permaneça. Daí que o período entre 2020 e 2060 compreende estimativas definidas pelo instituto. O exercício aqui delineado refere-se ao período a partir de 2060.

A TFT, por sua vez, é o indicador sintético do nível de fecundidade e corresponde, aproximadamente, ao número médio de filhos que uma mulher tem ao longo do seu período reprodutivo. É obtida por meio do conjunto de taxas específicas de fecundidade por idade (TEFs).

No caso desse indicador, a premissa básica adotada foi a de que o nível da fecundidade do país continuará diminuindo, porém, de maneira muito menos acentuada, tendendo à estabilização, uma vez que, já em 2010, encontrava-se abaixo de 2,1 filhos por mulher. E, conforme a projeção do IBGE (2018), declinará mais suavemente entre 2020 e 2060, passando de 1,76 filho por mulher para 1,66.

O processo esperado de postergação da fecundidade, juntamente com a queda da parturição, refletirá na queda do nível da fecundidade. Isso porque, uma vez que as gerações mais jovens passem a adiar o momento de ter filhos, a fecundidade de período declinará – efeito postergação. No momento em que decidam ter os filhos adiados, que ocorrerá nas idades mais avançadas, o efeito esperado seria o de aumento da fecundidade de período. Contudo, como parte da fecundidade adiada não será recuperada,² as mulheres terão menos filhos, o que levará a uma queda da parturição e, conseqüentemente, a um declínio da fecundidade tanto de período quanto de coorte. Daí se espera verificar, nos anos posteriores a 2060, uma continuação da queda do nível da fecundidade. Desse modo, entre 2060 e 2100, é esperado

2. Sobre os fatores relacionados a uma não recuperação da fecundidade adiada, ver, por exemplo, Carvalho (2014).

que a TFT diminua de 1,66 filho por mulher para 1,61, alcançando o seu nível mais baixo na história de fecundidade do país.

3.1.1 Perspectiva alternativa da fecundidade no Brasil: uma queda acentuada

Tendo em vista o declínio importante da fecundidade nas idades mais jovens e a mudança da estrutura etária entre 2010 e 2060, um cenário alternativo foi desenvolvido sobre o comportamento futuro esperado para a fecundidade.

Esse cenário foi desenhado ao considerar a possibilidade de que uma nova realidade reprodutiva se estabeleça no país nas próximas décadas, com uma postergação ostensiva dos nascimentos e uma baixa recuperação da fecundidade adiada, levando a uma parturição ainda menor. Assim, algumas evidências encontradas recentemente tornar-se-ão mais comuns e difundidas, mudando consideravelmente o perfil de fecundidade do Brasil em um tempo mais curto que no cenário de projeção anterior. A consequência será um declínio mais acentuado da fecundidade, chegando a um nível verificado, atualmente, em apenas alguns países que já finalizaram o processo de transição.

Diante dessa hipótese, as estimativas prospectivas realizadas pelo IBGE passaram a não ser as mais adequadas para servir como padrão de tendência esperada da fecundidade para as próximas décadas. Assim, para esse cenário alternativo, outras fontes foram buscadas a fim de fornecer estimativas condizentes com a hipótese delineada e, com isso, servir como parâmetro para a projeção das taxas de fecundidade.

Após alguns testes, verificou-se que a projeção realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), na revisão de 2017, na variante baixa, reflete bem o que se espera para esse

cenário alternativo.³ Segundo essa projeção, o país alcançará um nível de fecundidade de 1,27 filho por mulher em 2100, com uma estrutura por idade bastante envelhecida. Com isso, dada a atual configuração do perfil reprodutivo do Brasil, bem como algumas evidências de mudanças, é perfeitamente possível acreditar que os efeitos postergação e de parturição sejam sentidos já nas próximas décadas, acentuando o declínio da fecundidade. Isso permite que se considere uma evolução logística descendente até valores muito baixos de fecundidade. Além disso, supõe-se que não ocorrerão fatos anormais e impossíveis de prever que impliquem revolução nas estruturas atuais.

Juntamente com a queda do nível de fecundidade, haverá mudança na estrutura por idade, que passará a apresentar uma cúspide mais tardia em relação à curva da distribuição observada atualmente, passando a localizar-se no grupo etário de 30 a 34 anos, ao mesmo tempo que terá baixíssimas taxas de fecundidade nos grupos mais jovens (15 a 19 e 20 a 24).

No modelo de projeção da estrutura adotado neste exercício, tomou-se uma distribuição meta para o último período de projeção e os períodos intermediários foram interpolados com base em valores projetados para o nível. Essa estrutura meta coincidiu com a estrutura-padrão, que foi a distribuição por idade elaborada pela ONU para o Brasil em 2100, na revisão de 2017, variante baixa. Isso deveu-se ao fato de a distribuição estimada estar em conformidade com as hipóteses definidas para o comportamento futuro da estrutura da fecundidade do país. Além disso, como a estrutura projetada era exatamente aquela do nível tomado como referência (de 1,27 filho por mulher), para de 2100, sendo ambos estimados pela ONU (2017) na variante baixa, houve então uma perfeita concordância entre nível e estrutura da fecundidade.

3. A projeção realizada pela ONU, na revisão de 2017, foi selecionada como padrão para o que se espera que ocorrerá com o Brasil futuramente pelo seguinte motivo: o nível projetado de fecundidade, na variante baixa (revisão de 2019), era extremamente baixo, em torno de 1,20 filho por mulher em 2100. Consideramos esse valor muito baixo e pouco provável de ser atingido pelo país. A variante média (revisão 2019) foi igualmente trabalhada como possível padrão para o Brasil. Contudo, os valores da TFT, para essa variante, eram muito próximos daqueles projetados no primeiro cenário. Além disso, segundo essa variante, a TFT do Brasil, a partir de 2060, seguiria um comportamento de ascensão, chegando, no quinquênio 2095-2100, a um valor de 1,69. Ou seja, o valor da TFT seria maior que no primeiro cenário (provável), o que vai de encontro ao que é esperado para um cenário de queda acentuada. Daí acreditamos que o valor de 1,27 para a TFT do Brasil, em 2100, seria mais factível com o que se espera que será o ritmo de declínio do nível de fecundidade do país até essa data. Por esse motivo, acabamos mantendo o nível de fecundidade projetada, na revisão de 2017, variante baixa, como padrão, descartando as estimativas da revisão 2019.

3.2 Mortalidade

A projeção da mortalidade resume-se a um procedimento de interpolação das tábuas de mortalidade inicial e limite, utilizando como instrumento o modelo relacional de Brass (ou o sistema logital). Pressupõe-se então que o logito da tábua de vida da população de interesse no ano-base varia de forma linear no tempo, considerando-se a tabela de mortalidade-limite como padrão (Celade, 1984). Detalhes da metodologia aplicada para projeção da mortalidade podem ser encontrados ao final deste trabalho (apêndice B).

A projeção da mortalidade, portanto, ocorre via função de sobrevivência l_x , presente nas tábuas de mortalidade, por sexo e períodos quinquenais, fazendo-se uso de uma interpolação entre a tábua de mortalidade inicial, determinada no momento anterior ao período de projeção, e uma tábua de mortalidade-limite (Celade, 1984).

Com o objetivo de dar continuidade à projeção populacional realizada pelo IBGE, em sua última revisão (2018), adotaram-se as tábuas de mortalidade, por sexo, projetadas pelo instituto para 2060 como tábuas iniciais do modelo. Acredita-se que essas tábuas são robustas quanto à informação de mortalidade, ou seja, que os dados não estão influenciados por problemas de sub-registro de óbitos.

A determinação das referidas tábuas de mortalidade-limite, ou seja, aquelas que representam o padrão de mortalidade para o qual o Brasil tende a convergir no futuro, baseou-se na hipótese de continuidade da queda dos níveis de mortalidade e aumento da longevidade da população do país. Assim, acredita-se que o Brasil tenderá a apresentar, em dado momento no futuro, um perfil parecido com o dos países que hoje possuem baixíssimas taxas de mortalidade, principalmente infantil, e elevada expectativa de vida.

Desse modo, adota-se a hipótese de que a mortalidade do Brasil, ao final do período de projeção, será bem caracterizada pelo nível e estrutura implícitos em duas tabelas de sobrevivência, conforme descrito a seguir.

- 1) A tábua projetada para o Brasil em 2100, segundo a variante média das ONU (revisão 2017) – cenário de choque – mortalidade baixa, sobretudo nas idades mais avançadas.

- 2) Uma tábua-limite modificada, com base na tábua projetada para o Brasil pelo IBGE em 2060 (revisão 2018), mas que considera que, em 2100, a sobrevivência cresceu de acordo com a média da razão de crescimento entre os decênios – cenário provável.

3.3 Migração

A projeção da componente de migração é a mais difícil de realizar, pelo fato de ser um fenômeno estritamente social, geralmente motivado por mudanças conjunturais, bastante influenciado por fatores econômicos, políticos e sociais. Isso significa que a componente da migração é a mais sensível a aspectos contextuais e seus efeitos são sentidos mais rapidamente do que nos casos da fecundidade e mortalidade. Daí que a formulação de hipóteses futuras para essa componente abarca um grau maior de incerteza e subjetividade (IBGE, 2018). Detalhes dos aspectos da metodologia aplicada para projeção da migração podem ser obtidos ao final do trabalho (apêndice C).

O IBGE, na revisão de 2018 das projeções da população, analisou diferentes fontes de informações para avaliar o comportamento do fluxo migratório de e para o Brasil. Assim, recorreu-se a estimativas do Ministério das Relações Exteriores (MRE), dados da Polícia Federal (PF) e do Ministério do Trabalho (MT), por exemplo, e, inclusive, informações da revisão de 2013 e das projeções realizadas pela ONU, revisão 2017, além dos censos demográficos de 2000 e 2010. Essas diversificadas fontes de dados sinalizaram, em conjunto, uma expectativa de saldo migratório próximo a zero no país nos próximos anos, enfatizando o baixo impacto que a migração internacional terá na dinâmica populacional brasileira, tal como tem ocorrido nas últimas décadas.

Somando-se à análise dos dados, o instituto realizou um exame contextual do país, considerando fatores econômicos, sociais e políticos, a fim de delinear uma hipótese coerente para o comportamento esperado da migração internacional no Brasil. Após essa pesquisa pormenorizada, a hipótese mais razoável definida, na revisão de 2018, foi a de que os saldos migratórios positivos observados para o país, nos últimos anos, tenderão a zero até 2023, quando o saldo passará a ser nulo para todo o período de projeção até 2060 (IBGE, 2018). Isso significa taxas líquidas de migração (TLMs) nulas para todas as idades nesse período.

Baseando-se em todo o esforço realizado pelo IBGE, na revisão de 2018, e de estudos que mostram uma tendência já antiga de saldo migratório internacional baixo para o Brasil

(Patarra, 2005; Carvalho e Campos, 2006), acreditou-se apropriado manter a hipótese de saldo migratório nulo no período 2060-2100.

A projeção da componente da migração não envolveu o desenho de cenários prospectivos distintos, considerando alternativas de comportamentos esperados para essa variável, tal como deu-se com a fecundidade e a mortalidade.

Tanto o IBGE (2018) quanto a ONU (2017) consideraram o mesmo cenário de TLMs nulas para o país a médio e longo prazo. Contudo, segundo a revisão de 2017 da ONU, o Brasil contaria com taxas líquidas nulas já a partir do quinquênio 2015-2020, o que vai de encontro aos dados observados apresentados pelo IBGE, recorrendo a diferentes fontes de informações, na última revisão de projeção de populações.

Nos quinquênios de projeção para os quais os saldos migratórios eram diferentes de zero, segundo o IBGE (2018), esses saldos foram utilizados para obter as TLMs e aplicá-las para projetar a população, dos referidos quinquênios, no cenário alternativo. Esse cenário é aquele que tomou como padrão as estimativas prospectivas geradas pela ONU (2017), na variante baixa, para o comportamento da fecundidade e mortalidade. Isso significa que, em vez de considerar as estimativas de migração da ONU, cujas TLMs eram nulas desde 2015 e se mantiveram assim até 2100, julgou-se mais apropriado, para os primeiros quinquênios de projeção (2020-2025, 2025-2030 e 2030-2035), utilizar as TLMs estimadas pelo IBGE (2018).

3.4 O método das coortes-componentes para projeção populacional: a projeção de fato

A aplicação do método das componentes requer uma distribuição por idade e sexo de uma população base, ou população inicial, para estimar a população futura de cada geração (coorte) ou grupo de gerações (coortes), expostas às leis de fecundidade, mortalidade e migração, ao longo do tempo. Destaca-se que, nesse exercício, a população inicial é aquela definida pelo IBGE, revisão 2018, para 2010. No entanto, como no quinquênio 2010-2015 a estimativa de população é baseada em dados observados, e não em projeções, e o quinquênio 2015-2020, embora constitua parte de dados advindos de projeção, em maior parte advenha de dados observados, não se considerou conveniente a projeção populacional desses quinquênios.

Para eles, tomaram-se os resultados publicados pelo IBGE na revisão de 2018, que já abarca os dados observados e com as necessárias correções. Assim, para este trabalho, tomou-se a população de 2020 projetada pelo IBGE, revisão 2018, como inicial para a realização das projeções populacionais. Essa população foi utilizada como ponto de partida para a projeção dos demais quinquênios devido ao rigor metodológico aplicado para realizar a sua estimativa, além da utilização de dados observados e de diferentes fontes de informações, o que conferiu maior robustez à população final obtida para o referido ano.⁴

A ideia do método das componentes é bem simples. A população inicial, no tempo t , distribuída em grupos etários com intervalos $x, x + 5$, é exposta ao risco de morte no quinquênio t e $t + 5$. A probabilidade de morte que atua em cada grupo etário $x, x + 5$ entre t e $t + 5$ é obtida com base nas tábuas de mortalidade para cada período quinquenal de projeção (estimadas anteriormente). Para o ano $t + 5$, calculam-se os nascimentos masculinos e femininos, com base na TEF e TFT projetadas para o quinquênio (também em exercício precedente). A população nascida entre t e $t + 5$ vai compor o grupo etário de 0 a 4 anos em $t + 5$. É importante destacar que, nessa etapa, os nascimentos masculinos e femininos são expostos aos riscos diferenciais de mortalidade por sexo. Para determinar a quantidade de nascimentos por sexo, utiliza-se a razão de sexo ao nascer ($\approx 1,054$). À população sobrevivente, por sexo, entre t e $t + 5$, somam-se os nascimentos do período $t + 5$. À população total, por idade e sexo, será a população fechada, projetada conforme etapas anteriores (considerando apenas mortalidade e fecundidade), exposta às TLMs. O procedimento se repete para cada período quinquenal de projeção até 2100. Uma apresentação detalhada dos procedimentos metodológicos para projetar a população do Brasil, no período 2020-2100, está disponível ao final deste trabalho (apêndice D).

4 RESULTADOS

Os resultados da projeção de nível e estrutura de fecundidade, nos diferentes cenários, encontram-se ao final deste trabalho (apêndice E), bem como os resultados da projeção populacional

4. No caso da projeção populacional que seguiu a tendência de projeção do IBGE (2018), a população inicial foi a de 2060. Isso porque de 2020 a 2060 foi utilizada a população projetada pelo referido instituto, na revisão de 2018. E, como o cenário adotado foi manter a tendência, considerou-se conveniente tomar a população projetada de 2060 (último ano de projeção na revisão de 2018) como base para projetar os quinquênios seguintes.

brasileira, por sexo e idade, também para os diferentes cenários (apêndice F). O processo de projeção populacional envolveu a junção das componentes mortalidade e fecundidade em uma matriz de projeção para, em seguida, adicionar o componente da migração ao resultado. Esse processo foi realizado para cada cenário de projeção, conforme descrito a seguir.

- 1) Cenário IBGE/lpea: nesse cenário, considerou-se a hipótese de continuidade das tendências de projeção realizadas pelo IBGE, na revisão de 2018, para o período 2010-2060. Assim, para o período 2060-2100, realizou-se a projeção das componentes demográficas de maneira a seguir as tendências de projeção verificadas no período anterior. Nesse cenário, entre 2010 e 2060 são projeções do IBGE e entre 2060 e 2100, projeções do lpea seguindo a tendência do IBGE.
- 2) Cenário de choque (populacional): esse é o cenário alternativo, no qual a fecundidade declina para níveis abaixo daqueles previstos pelo IBGE (revisão 2018), o mesmo acontecendo para a mortalidade, que resultará em uma expectativa de vida maior que o previsto. Nesse cenário, foram empregadas as estimativas geradas pela ONU (2017) para essas duas componentes. A migração foi mantida com o mesmo comportamento estimado para o primeiro cenário.
- 3) Cenário de fecundidade constante: esse cenário foi elaborado apenas como uma referência média, já que há uma baixíssima probabilidade de se concretizar. Assim, as taxas de fecundidade projetadas pelo IBGE (2018) para 2060 foram mantidas constantes durante todo o intervalo de projeção restante (2060-2100), e as taxas de mortalidade e migração foram as mesmas daquelas empregadas no primeiro cenário de projeção (IBGE/lpea).

A projeção populacional resultante de cada cenário reflete as hipóteses e os modelos de projeção adotados para cada componente demográfica. As projeções populacionais estão desagregadas por sexo, grupos etários e quinquênios de projeção.

É importante ressaltar que as hipóteses de projeção desenvolvidas (tanto no cenário IBGE/lpea quanto no cenário de choque) são baseadas no histórico e na atual tendência de comportamento de cada uma das componentes e estão em concordância com aquilo que países mais avançados no processo de transição já apresentaram. Ou seja, as hipóteses de projeção são respaldadas por evidências empíricas.

A tabela 1 apresenta alguns indicadores, a título de síntese, a fim de comparar a evolução populacional para os diferentes cenários.

TABELA 1

Brasil: população total, segundo sexo, representação proporcional dos grandes grupos etários e taxa de crescimento: diferentes cenários de projeção (2010-2100)

		2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Cenário IBGE/Ipea											
População (em milhões)	Total	194,9	211,8	224,9	231,9	232,9	228,3	218,4	205,3	191,4	177,9
	Homens	95,5	103,5	109,7	113,0	113,3	111,0	106,2	99,9	93,2	86,7
	Mulheres	99,4	108,2	115,1	119,0	119,6	117,3	112,2	105,4	98,2	91,2
Grandes grupos etários (%)	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Menos de 15	24,7	20,9	19,0	16,8	15,4	14,7	14,1	13,8	13,6	13,5
	15 a 64	68,0	69,3	67,5	65,8	62,7	59,8	58,2	58,0	57,3	57,0
	65 e mais	7,3	9,8	13,5	17,4	21,9	25,5	27,7	28,3	29,0	29,5
Taxa de crescimento médio anual (por cem) entre a década indicada e a década seguinte		0.83	0.60	0.31	0.04	-0.20	-0.44	-0.62	-0.70	-0.73	-
Cenário de fecundidade constante											
População (em milhões)	Total	194,9	211,8	224,9	231,9	232,9	228,3	218,5	205,6	192,1	178,9
	Homens	95,5	103,5	109,7	113,0	113,3	111,0	106,2	100,1	93,6	87,2
	Mulheres	99,4	108,2	115,1	119,0	119,6	117,3	112,3	105,6	98,5	91,7
Grandes grupos etários (%)	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Menos de 15	24,7	20,9	19,0	16,8	15,4	14,7	14,2	13,9	13,8	13,7
	15 a 64	68,0	69,3	67,5	65,8	62,7	59,8	58,1	57,9	57,3	56,9
	65 e mais	7,3	9,8	13,5	17,4	21,9	25,5	27,7	28,2	28,9	29,4
Taxa de crescimento médio anual (por cem) entre a década indicada e a década seguinte		0.83	0.60	0.31	0.04	-0.20	-0.44	-0.60	-0.68	-0.71	-
Cenário de choque populacional											
População (em milhões)	Total	194,9	211,8	223,3	228,2	226,7	219,6	207,4	191,4	173,9	156,4
	Homens	95,5	103,5	109,0	111,2	110,5	107,2	101,5	93,8	85,4	76,8
	Mulheres	99,4	108,2	114,4	117,0	116,2	112,4	105,9	97,6	88,5	79,6
Grandes grupos etários (%)	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Menos de 15	24,7	20,9	18,7	16,0	13,8	12,3	11,0	10,1	9,5	9,0
	15 a 64	68,0	69,3	67,8	66,5	63,6	60,4	57,6	55,8	53,2	50,7
	65 e mais	7,3	9,8	13,4	17,5	22,6	27,4	31,4	34,1	37,3	40,3
Taxa de crescimento médio anual (por cem) entre a década indicada e a década seguinte		0.83	0.53	0.22	-0.07	-0.32	-0.57	-0.80	-0.96	-1.06	-

Fonte: IBGE (2018) e ONU (2017).

Como já esperado, nos três cenários a população brasileira irá diminuir de tamanho, chegando ao final do período de projeção com um total populacional menor que o tamanho apresentado em 2010. A diferença entre os cenários está no ritmo com que esse declínio populacional ocorrerá. As taxas de crescimento mostram que, no cenário IBGE/Ipea, a

TEXTO para DISCUSSÃO

população do Brasil apresentará crescimento negativo a partir de 2050, ocorrendo o mesmo no cenário de fecundidade constante. Inclusive, os resultados para esses dois cenários são bastante parecidos. Isso ocorre porque no cenário IBGE/Ipea a fecundidade declina a um ritmo mais suave, chegando, em 2100, a um nível apenas um pouco abaixo do que era verificado em 2010.

No cenário de choque, contudo, a taxa de crescimento torna-se negativa já a partir de 2040 e com valores maiores que aqueles observados nos outros cenários, indicando que a população irá diminuir de tamanho mais precocemente e a um ritmo mais intenso. Isso deve-se ao fato de que, nesse cenário, a fecundidade projetada declinará a um nível extremamente baixo e com um ritmo de queda mais acentuado que nos outros cenários.

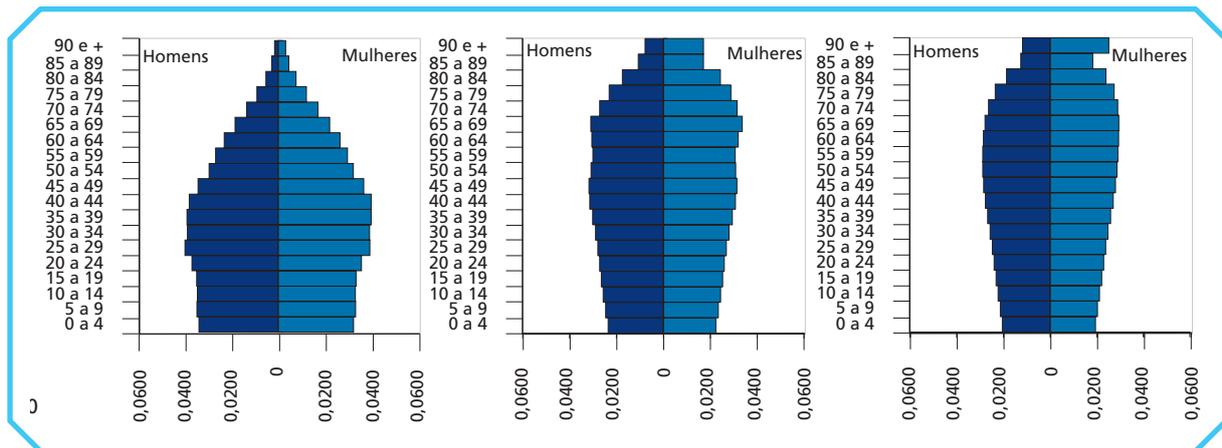
No que concerne aos grandes grupos etários, observa-se uma mudança considerável na estrutura etária do país, com a perda do peso relativo dos mais jovens (até 15 anos), e aumento do peso relativo dos idosos (acima de 65 anos), em todos os cenários. Nos dois primeiros cenários, os mais jovens representarão, em 2100, aproximadamente apenas 13% da população, ao passo que os idosos, cerca de 30%. É o oposto do que ocorria em 2010, início da projeção. No cenário de choque, no qual o processo de envelhecimento é mais rápido e acentuado, os mais jovens serão, em 2100, 9% do total da população brasileira e os idosos, 40%. As pirâmides etárias apresentadas na figura 1 ilustram bem a mudança que se espera operar na estrutura etária do país ao longo do tempo. A diferença das pirâmides entre o início e o final do período de projeção é bastante nítida nos dois principais cenários. A base reduz-se de modo significativo enquanto o topo aumenta em igual ou maior magnitude. Em ambos os cenários, o resultado da projeção é uma estrutura bastante envelhecida, muito parecida com o que se observa nos países mais envelhecidos da atualidade. O cenário de choque é aquele que sinaliza para uma situação mais drástica, com uma total inversão, em 2100, da pirâmide etária de 2010.

As informações da tabela 1 e do gráfico 1 mostram que as mulheres permanecerão com a tendência de maior representatividade no tamanho populacional e serão elas que terão maior peso entre os idosos, com diferença relevante em relação aos homens. Essa característica é importante para o delineamento de políticas públicas e o desenvolvimento de mercado voltado para os idosos e suas necessidades.

GRÁFICO 1

Brasil: pirâmide etária da população brasileira, por sexo, nos cenários IBGE/Ipea e de choque populacional (2025, 2065 e 2100)

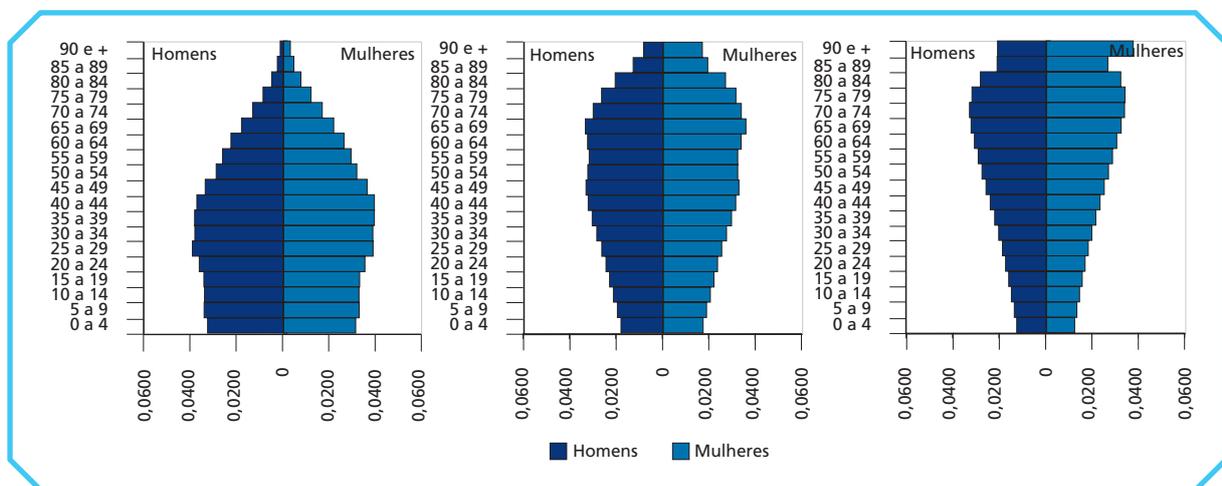
1A – Cenário IBGE/Ipea, 2025 1B – Cenário IBGE/Ipea, 2065 1C – Cenário IBGE/Ipea, 2100



1D – Cenário de choque populacional, 2025

1E – Cenário de choque populacional, 2065

1F – Cenário de choque populacional, 2100



Fonte: IBGE (2018) e ONU (2017).

Vale enfatizar que a mudança esperada na estrutura etária populacional do Brasil está, em grande parte, relacionada com a atual composição por idade do país, ou seja, com o atual *momentum* demográfico brasileiro. Assim, o número de nascimentos e óbitos esperados está estreitamente ligado à inércia populacional dada pela combinação da quantidade atual de homens e mulheres, seja em idade reprodutiva, seja em idade avançada. Os cenários construídos neste trabalho têm, assim, um papel bastante marginal para modificar os resultados esperados.

TEXTO para DISCUSSÃO

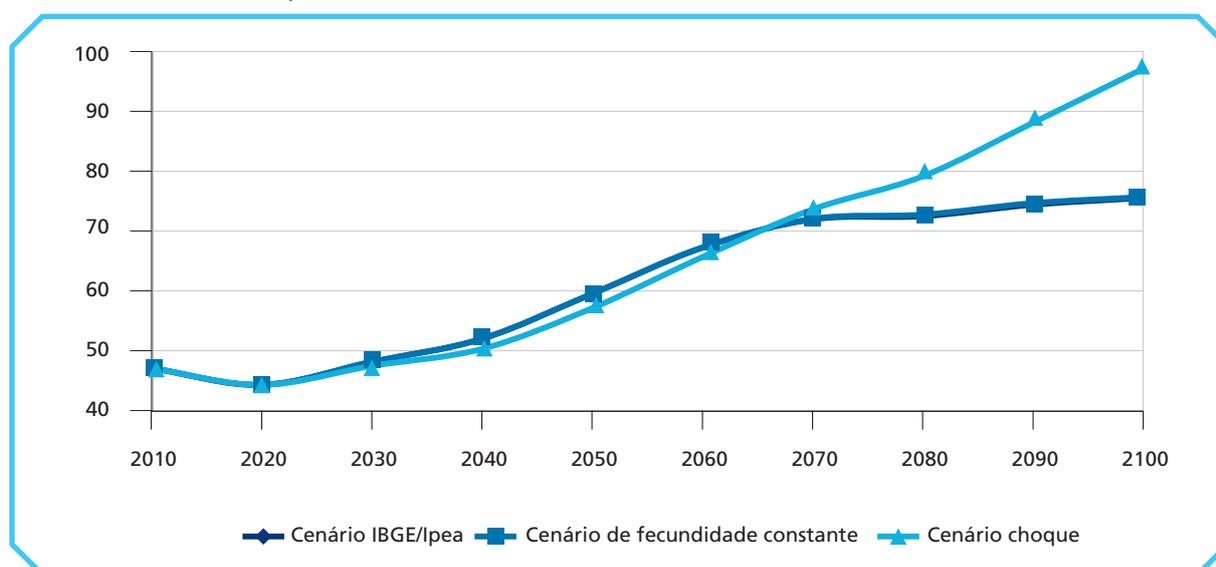
O processo de envelhecimento etário, inevitável e independente do cenário considerado, refletir-se-á no comportamento de alguns indicadores, como as razões de dependência. A razão de dependência é a razão de dependentes, ou seja, pessoas abaixo de 15 ou acima de 65 anos, em relação à população em idade de trabalhar (15 a 64 anos). Os dados são apresentados como a proporção de dependentes para cem pessoas em idade de trabalhar. Além da razão de dependência que abarca a população dependente total, há razões de dependência que consideram apenas parcelas populacionais, como a de jovens e a de idosos. A razão de dependência de jovens (RDJ) relaciona a população menor de 15 anos, ao passo que a razão de dependência de idosos é a proporção de pessoas acima de 65 anos, ambas em relação à população de 15 a 64 anos. Essas razões são um bom indicador do processo de envelhecimento de uma população, ao sinalizar o peso relativo que as razões de dependência de jovens e idosos têm na dependência total, e como a importância delas vai alterando com a transição demográfica.

A seguir, no gráfico 2, tem-se a representação do comportamento esperado para cada uma das razões de dependência, de acordo com os três cenários de projeção adotados.

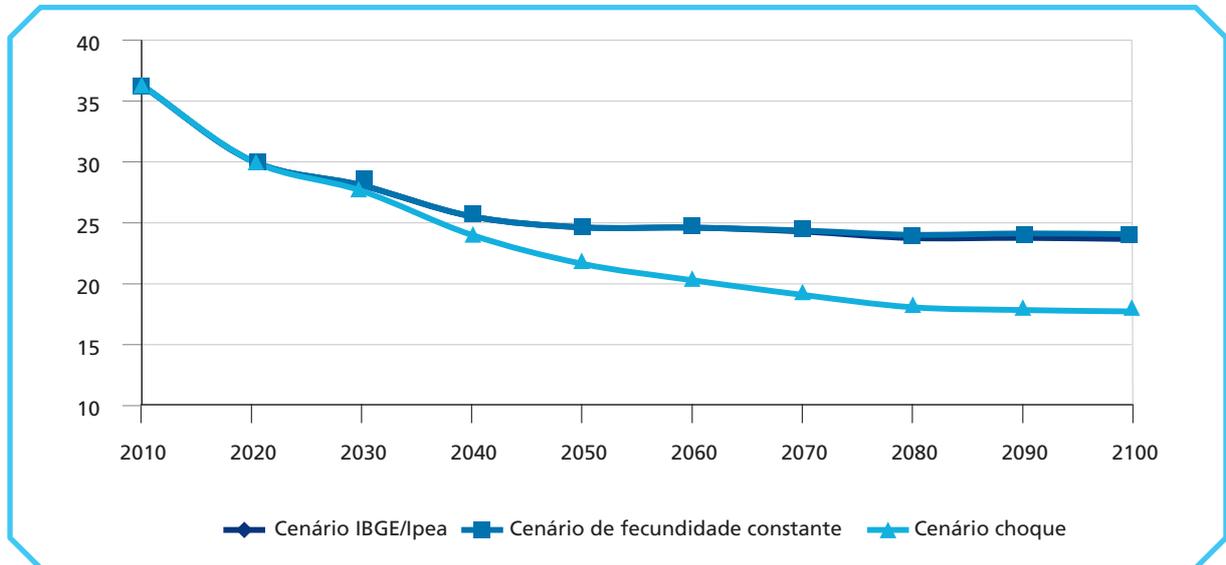
GRÁFICO 2

Brasil: razões de dependência total, jovem e de idosos, segundo os diferentes cenários de projeção (2010 a 2100)

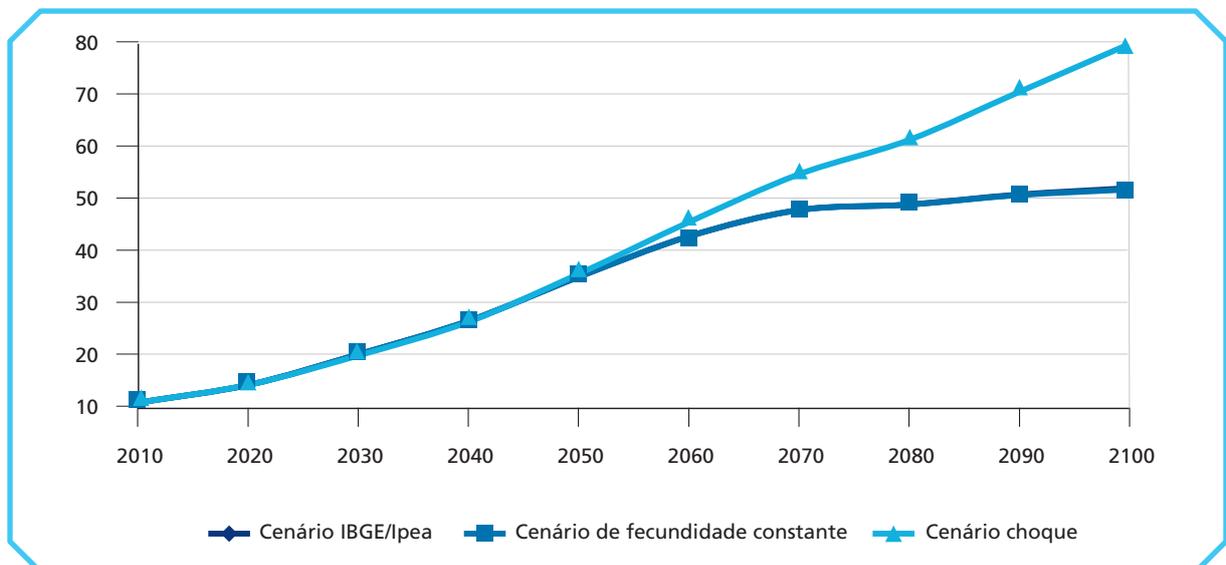
2A – Razão de dependência total (RD)



2B – RDJ



2C – Razão de dependência dos idosos (RDI)



Fonte: IBGE (2018) e ONU (2017).

Os gráficos apresentados na figura 2 evidenciam o que é esperado no processo de envelhecimento populacional do Brasil. A RD tenderá a aumentar gradativamente a partir dos próximos anos, para todos os cenários de projeção. Contudo, por volta de 2070, as trajetórias serão diferentes: enquanto no cenário IBGE/Ipea e no cenário de fecundidade constante a RD tenderá a uma quase estabilidade, no cenário de choque ela continuará com o ritmo de aumento, chegando, em 2100, com valores bastante elevados. Trajetória semelhante

apresentará a RDI, que será aquela que passará a ter maior importância para a RD. A RDJ, por sua vez, apresentará comportamento contrário, com tendência declinante ao longo do tempo. No entanto, o ritmo de queda no cenário de choque será mais intenso que nos outros dois cenários, para os quais a trajetória será mais suave e com característica de quase estabilidade a partir de 2050.

Por fim, verifica-se que tanto a população quanto os indicadores para o total do Brasil exibem um comportamento esperado segundo as hipóteses geradas para cada cenário, sinalizando que as projeções seguem uma metodologia coesa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As projeções realizadas consideraram diferentes cenários prospectivos para realidade populacional do Brasil, dentro de um horizonte de noventa anos. No presente exercício, foram tomados três cenários: i) IBGE/Ipea; ii) de choque populacional; e iii) de fecundidade constante. Em cada um deles estão implícitas hipóteses de comportamento de fecundidade, mortalidade e migração distintas. No entanto, em todos eles, é evidente o processo de envelhecimento populacional, indicando que, independentemente das hipóteses adotadas, a mudança da estrutura etária do país é inevitável.

Em todos os cenários apresentados, há a aplicação de metodologias adequadas juntamente com o conhecimento especializado para a realização das tarefas pretendidas. Desse modo, acredita-se que as projeções obtidas, apesar de algumas limitações inerentes às metodologias empregadas, são coerentes e de qualidade, podendo ser utilizadas como ferramentas para o desenvolvimento de um modelo quantitativo de análise macroeconômica das diferentes propostas de reforma previdenciária no Brasil. Ademais, o exercício de projeções realizado permite a constante atualização dos dados, de maneira a obter estimativas e projeções cada vez mais robustas, garantindo sua qualidade.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. D. de. Polarização epidemiológica no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 533-538, dez. 2012.
- BERQUÓ E. S.; LIMA, L. P. Planejamento da fecundidade: gravidezes não desejadas – PNDS 1996 e 2006. *In*: MINISTÉRIO DA SAÚDE; CEBRAP – CENTRO BRASILEIRO DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO. **Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher: PNDS 2006 – dimensões do processo reprodutivo e da saúde da criança**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. v. 1, p. 135-149.
- BONIFÁCIO, G. M. O. **Evolução do padrão de fecundidade na América Latina**: em busca de uma idiosincrasia. 2016. Tese (Doutorado) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
- CARVALHO, J. A. M. de; CAMPOS, M. B. de. A variação do saldo migratório internacional do Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 20, n. 57, p. 55-58, ago. 2006.
- CARVALHO, J. A. M. de; GONÇALVES, G. Q.; SILVA, L. G. C. Aplicação da técnica P/F de Brass em um contexto de rápida queda da fecundidade adolescente. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 35, n. 1, p. 1-26, nov. 2018.
- CAVENAGHI, S.; ALVES, J. E. D. Diversity of childbearing behaviour in the context of below-replacement fertility in Brazil. *In*: UN – UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (Org.). **Population Division Expert Paper Series**. New York: United Nations, 2011. v. 8, p. 1-30.
- _____. Childlessness in Brazil: socioeconomic and regional diversity. *In*: INTERNATIONAL POPULATION CONFERENCE, 27., 2013, Bussan, Korea. **Anais...** Paris: IUSSP, 2013.
- CAVENAGHI, S.; BERQUÓ, E. Perfil socioeconômico e demográfico da fecundidade no Brasil de 2000 a 2010. *In*: CAVENAGHI, S.; CABELLA, W. (Org.). **Comportamiento reproductivo e fecundidad en América Latina**: una agenda inconclusa. Rio de Janeiro: ALAP, 2014. p. 67-90.
- CELADE – CENTRO LATINO AMERICANO Y CARIBEÑO DE DEMOGRAFIA (Ed.). **Métodos para proyecciones demográficas**. San Jose, Costa Rica: Celade, 1984. 255 p.
- FRANÇA, E. B. *et al.* Principais causas da mortalidade na infância no Brasil, em 1990 e 2015: estimativas do estudo de carga global de doença. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 20, n. 20, p. 46-60, maio 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeções da população:** Brasil e unidades da federação – revisão 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. (Relatórios Metodológicos, v. 40).

LEBRÃO, M. L. O envelhecimento no Brasil: aspectos da transição demográfica e epidemiológica. **Revista de Saúde Coletiva**, São Paulo, v. 4, n. 17, p. 135-140, 2007.

MALAQUIAS, J. V.; PASSOS, R. M. S.; GOMES, V. J. F. Projeções populacionais para a região Sul. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 13., 2002, Ouro Preto, Minas Gerais. **Anais...** Belo Horizonte: ABEP, 2002.

MIRANDA-RIBEIRO, A. *et al.* Postergação ou antecipação? Uma análise do efeito tempo sobre a fecundidade brasileira nas últimas décadas. *In*: CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE POBLACIÓN, 7.; ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 20., 2016, Foz do Iguaçu. **Anais...** Belo Horizonte: ALAP/ABEP, 2016.

PATARRA, N. L. Migrações internacionais de e para o Brasil contemporâneo: volumes, fluxos, significados e políticas. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 23-33, set. 2005.

ROSETO-BIXBY, L.; CASTRO-MARTÍN, T.; MARTÍN-GARCÍA, T. Is Latin America starting to retreat from early and universal childbearing? **Max Planck Institute for Demographic Research**, Germany, v. 20, n. 9, p. 169-194, fev. 2009. Disponível em: <<https://bit.ly/3yOltQi>>. Acesso em: 12 jan. 2019.

UN – UNITED NATIONS. **World Population Prospects:** the 2017 revision. New York: Department of Economic and Social Affairs, 2017.

VICTORA, C. G. Intervenções para reduzir a mortalidade infantil pré-escolar e materna no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 4, n. 1, p. 3-69, 2001.

WONG, L. L. R. Evidences of further fertility decline in Latin America: reproductive behavior and some thoughts on the consequences on the age structure. *In*: INTERNATIONAL POPULATION CONFERENCE, 26., 2009, Marraqueche, Marrocos. **Anais...** Paris: IUSSP, 2009. p. 1-33.

APÊNDICE A

METODOLOGIA DE PROJEÇÃO DA FECUNDIDADE

A projeção da componente de fecundidade consiste na estimação do número de nascimentos que determinada população produzirá em períodos prospectivos (anos, quinquênios, decênios etc.). A fecundidade é o fator-chave do tamanho e composição populacional, pois é por meio de mudanças nessa componente que se observam, de maneira notória, alterações na estrutura etária e no ritmo de envelhecimento populacional (Simões, 2006).

Esse item descreve o procedimento realizado para elaborar as hipóteses de comportamento futuro da fecundidade e sua operacionalização em termos de taxas de fecundidade – total e por idade.

As taxas específicas de fecundidade por idade (TEF_x) medem o risco de uma mulher produzir um nascido vivo a cada idade ou grupo etário; dessa forma, a fecundidade é a variável responsável pela geração de novas coortes que se agregarão ao contingente populacional futuro.

A taxa específica de fecundidade (TEF), que fornece o padrão etário da fecundidade, é calculada da seguinte forma:

$${}_nTEF_{x,t} = \frac{{}_nN_{x,t}}{{}_nQ_{x,f,t}} \quad (1)$$

Em que ${}_nN_{x,t}$ se refere ao número de nascidos vivos de mães em uma dada faixa etária ($x, x + n$) no ano t ; e ${}_nQ_{x,f,t}$ se refere ao número de mulheres na mesma faixa etária ($x, x + n$) no ano t .

A taxa de fecundidade total (TFT), medida síntese que representa o nível da fecundidade, é obtida através da soma das TEFs:

$$TFT_t = n \times \sum_x {}_nTEF_{x,t} \quad (2)$$

Em que n representa o tamanho do intervalo dos grupos etários.

A partir do acompanhamento, no tempo, dessas duas medidas, é possível ter um conhecimento sobre a tendência do comportamento da fecundidade e, assim, ter insumos mais robustos para elaborar a projeção dessa componente.

Níveis e padrões esperados de fecundidade: procedimentos metodológicos

As estimativas prospectivas para a fecundidade do Brasil, elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), são consideradas a referência oficial para analisar projeção demográfica no país. A última projeção realizada pelo instituto, divulgada em 2018, abrange o período de 2010 a 2060. Nesse período, é esperado, conforme tal projeção, que a fecundidade do país diminua de 1,75 filho por mulher para 1,66 filho por mulher, um declínio com ritmo mais suave do que aquele observado desde o início da transição demográfica até 2010. Outra característica a ser destacada dessa projeção refere-se ao envelhecimento da estrutura etária da fecundidade: em 2010, o pico da distribuição da fecundidade localizava-se no grupo de 20 a 24 anos, e a fecundidade adolescente era elevada. No entanto, ao longo do período de projeção (2010-2060), esse perfil modifica-se até que, em 2060, o pico da fecundidade é menos acentuado e localiza-se no grupo de 25 a 29 anos. Em 2060, a fecundidade adolescente será baixa e os grupos mais velhos apresentarão maior peso na distribuição das taxas.

Assim, dispondo de um conjunto de estimativas de 2010 a 2060, e lançando mão do conhecimento sobre o contexto de fecundidade do país, conforme apresentado no corpo deste trabalho, pode-se identificar tendências tanto no tempo quanto entre idades, permitindo delinear uma transição em concordância com essas tendências e que seja coerente para o caso brasileiro.

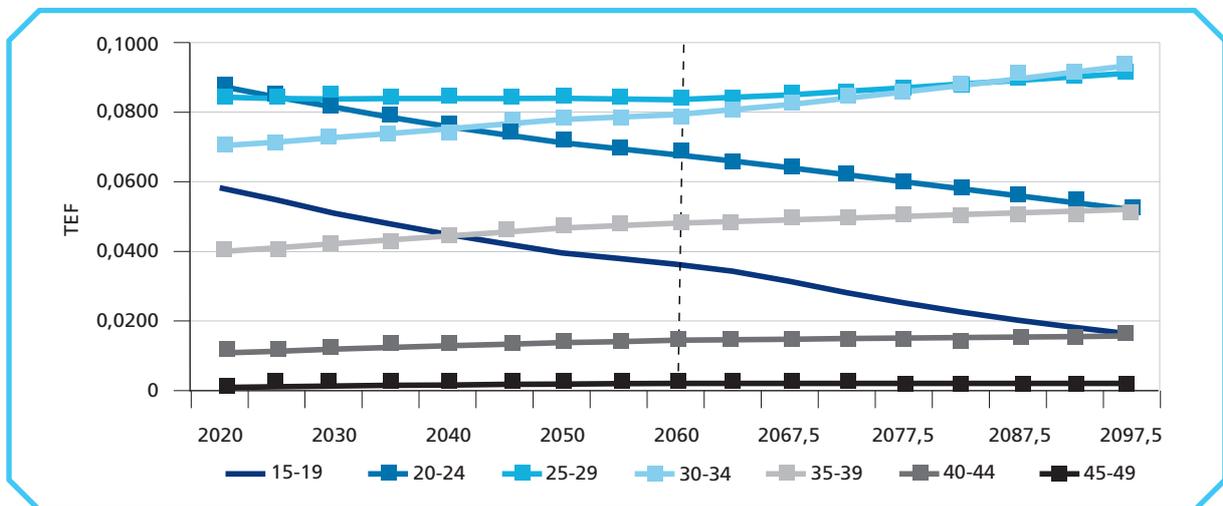
As TEFs por idade

Conforme explicitado no corpo deste trabalho, a premissa adotada é a de que as mulheres mais jovens vão adiar a fecundidade, de modo a ter os filhos em idades mais avançadas. Assim, a fecundidade nas idades mais jovens tenderá a diminuir e a fecundidade nas idades mais velhas a aumentar. O gráfico A.1 resume a tendência esperada de comportamento

da fecundidade para cada grupo etário. Importante salientar que as estimativas seguem uma tendência de comportamento já traçada pelo IBGE em sua última revisão de projeção populacional. Daí que o período entre 2020 e 2060 compreende estimativas definidas pelo instituto. O exercício aqui delineado refere-se ao período a partir de 2060.

GRÁFICO A.1

Brasil: representação da tendência de comportamento esperada para a fecundidade, para cada grupo de idade (2020-2100)



Fonte: IBGE (2018).

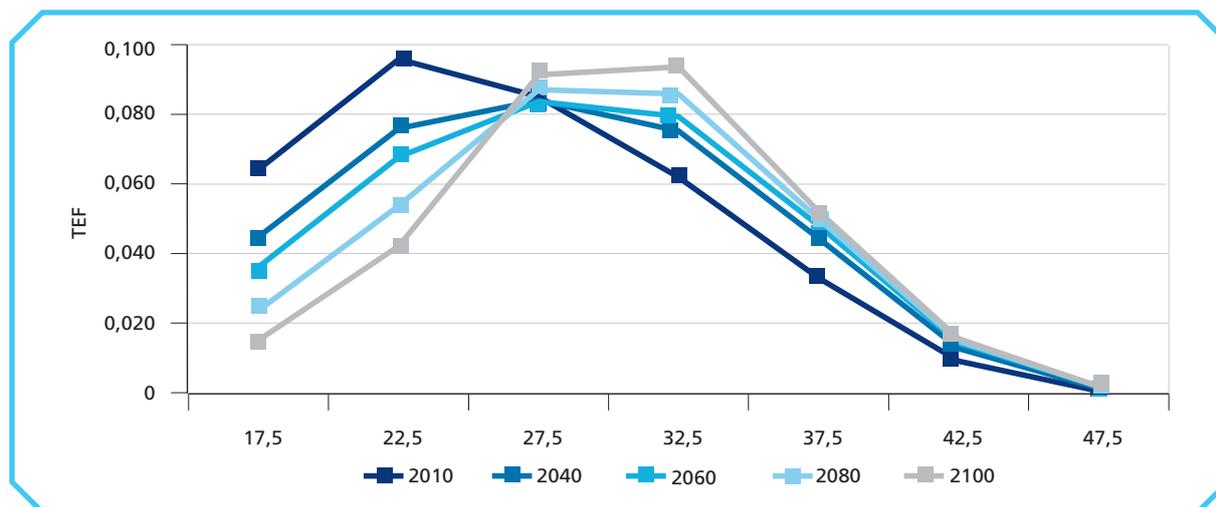
Desse modo, as TEFs foram ajustadas para implementar a hipótese definida, utilizando como ponto de partida 2060.

- 1) Os grupos 15-19 e 20-24 apresentariam queda exponencial nas suas taxas, enquanto os grupos 25-29 e 30-34 exibiriam comportamento de aumento exponencial.
- 2) Os grupos 35-39 e 40-44 apresentariam aumentos lineares.
- 3) O grupo 45-49 permaneceria com sua taxa constante.

O gráfico A.2 representa as mudanças esperadas no padrão de fecundidade, por idade.

GRÁFICO A.2

Brasil: distribuição das TEFs nos anos indicados (2010-2100)



Fonte: IBGE (2018).

Os níveis projetados: as TFTs

No caso desse indicador, a premissa básica adotada, conforme já explicado no corpo deste trabalho, foi a de que o nível da fecundidade do país continuará diminuindo de maneira muito menos acentuada, tendendo à estabilização, uma vez que, já em 2010, encontrava-se abaixo da reposição (correspondente a uma TFT de 2,1 filhos por mulher) e, conforme a projeção do IBGE, declinará mais suavemente entre 2020 e 2060. Assim, entre 2060 e 2100, haverá declínio da TFT, porém, a um ritmo mais suave, seguindo a tendência delineada pelo IBGE para projetar o período de 2010 a 2060.

A tabela A.1 sintetiza os níveis de fecundidade resultantes das estimativas das taxas por idade.

É importante mencionar que os valores da TFT projetados são resultantes da hipótese definida para esse indicador, mas também dos ajustes realizados nas curvas das TEFs de maneira que nível e padrão etário da fecundidade brasileira sejam coerentes entre si.

TABELA A.1**Brasil: TFTs (2015-2100)**

Período	TFT
2015-2020	1,76
2020-2025	1,74
2025-2030	1,72
2030-2035	1,71
2035-2040	1,69
2040-2045	1,68
2045-2050	1,68
2050-2055	1,67
2055-2060	1,66
2060-2065	1,65
2065-2070	1,64
2070-2075	1,63
2075-2080	1,63
2080-2085	1,62
2085-2090	1,62
2090-2095	1,62
2095-2100	1,61

Fonte: IBGE (2018).

Obs.: Os períodos compreendidos entre 2015 e 2060 correspondem aos valores resultantes da projeção do IBGE.

Modelo alternativo para projeção da fecundidade

A proposição adotada no cenário alternativo é a de que a fecundidade do país continuará declinando e chegará, em 2100, a um patamar muito baixo, considerado *lowest low* (Kohler *et al.*, 2001), em consequência do efeito da postergação dos nascimentos e da baixa recuperação da fecundidade adiada, já nas próximas décadas. Assim, conforme já mencionado, a projeção de variante baixa realizada Organização das Nações Unidas (ONU) prevê que o nível de fecundidade do Brasil chegará a 1,27 filho por mulher em 2100 (UN, 2017). Seguindo essa tendência, determinou-se, portanto, que a TFT do país chegará, no limite, a 1,26 filho por mulher em 2100, em consonância com a hipótese delineada.

O modelo logístico foi aplicado para projetar os níveis quinquenais de fecundidade no período de 2020 a 2100, fazendo-se uso do pressuposto de que a queda da taxa de

TEXTO para DISCUSSÃO

fecundidade seguirá uma tendência logística, em que cairá mais acentuadamente nos anos mais próximos, sendo que, em seguida, diminuirá o ritmo de queda, para, finalmente, se estabilizar em baixos níveis.

Segundo Chackiel (1984), o ajuste da curva logística é feito levando em consideração: uma tendência passada – que pode ajudar a estabelecer uma assíntota superior; o nível atual da fecundidade; e uma assíntota inferior para um futuro de longo prazo.

Como tendência passada, considerou-se a TFT do Brasil do período 2005-2010, que era de 1,86 filho por mulher (UN, 2017); a fecundidade do início do período de projeção corresponde à TFT de 1,76 filho por mulher, estimada pelo IBGE (2018) para o período 2015-2020; e a assíntota inferior para o futuro é a TFT de 1,26, determinada para 2100. Esses foram os elementos utilizados para realizar o ajuste da curva logística, para estimar o nível de fecundidade, que é dado pela função a seguir.

$$TFT_t = K_1 + \frac{K_2}{1 + e^{\alpha + \beta t}} \quad (3)$$

Tal que:

$$\alpha = \ln \left[\frac{K_1 + K_2 - TFT(0)}{TFT(0) - K_1} \right]$$

$$\beta = \frac{1}{T} \left[\ln \left[\frac{K_1 + K_2 - TFT(T)}{TFT(T) - K_1} \right] - \alpha \right] \quad (4)$$

Em que:

TFT_t : taxa de fecundidade total no momento t ;

$K_1 + K_2$: assíntota superior (corresponde à TFT mais alta no passado mais ou menos remoto);

K_1 : assíntota inferior (representa a TFT no final do período de transição/projeção);

α e β : parâmetros de ajuste;

T : tempo;

$TFT(0)$: TFT do início da projeção; e

$TFT(T)$: TFT correspondente a um momento T do futuro.

Assim, tem-se, nessa projeção: $K_1 = 1,26$; $K_1 + K_2 = 1,86$; e $TFT(0) = TFT(2015-2020) = 1,76$. Os parâmetros α e β são estimados para cada quinquênio. Somente os elementos acima são mantidos constantes durante todo o intervalo de projeção.

A tabela A.2 apresenta o nível de fecundidade projetado para o Brasil em períodos quinquenais entre 2015-2100.

TABELA A.2

Brasil: TFTs projetadas segundo o modelo logístico (2015-2100)

t	TFT(t)	Períodos
0	1,76	2015-2020
5	1,72	2020-2025
10	1,67	2025-2030
15	1,61	2030-2035
20	1,55	2035-2040
25	1,49	2040-2045
30	1,43	2045-2050
35	1,38	2050-2055
40	1,35	2055-2060
45	1,32	2060-2065
50	1,30	2065-2070
55	1,29	2070-2075
60	1,28	2075-2080
65	1,27	2080-2085
70	1,27	2085-2090
75	1,27	2090-2095
80	1,26	2095-2100

Fonte: IBGE (2018) e UN (2017).

No que se refere à projeção da estrutura de fecundidade, o procedimento adotado baseia-se no modelo relacional de Gompertz idealizado por Brass (1980 *apud* ONU, 1986).

Considerou-se esse método adequado para o exercício justamente por sua característica de permitir projetar a estrutura da fecundidade acompanhando a evolução do nível.

O método consiste na linearização da distribuição da fecundidade por idade, mediante uma transformação logarítmica. Esse processo tem o papel de estabelecer uma relação entre uma função de fecundidade observada qualquer e uma função tida como “padrão”, de maneira que haja uma conversão gradativa da primeira na segunda. Assim, os *gompits* (a forma de distribuição da fecundidade acumulada após uma transformação de duplo *log*, conhecida como distribuição de Gompertz) de uma função de fecundidade observada são modelados como uma função linear dos *gompits* de uma função de fecundidade padrão definida (Moultrie, 2013).

O método, portanto, adapta a propriedade útil da distribuição acumulada de Gompertz para o estudo da fecundidade, passando a ter a equação a seguir.

$$F(x) = (TFT) A^{B^x} \quad (5)$$

Em que: x é a idade; $F(x)$ é a fecundidade acumulada até a idade x (pela soma das taxas); e A e B são parâmetros positivos e menores que 1.

A distribuição relativa acumulada adota, então, a forma a seguir.

$$\frac{F(x)}{TFT} = A^{B^x} \quad (6)$$

Aplicando o logaritmo natural, tem-se:

$$\ln \frac{F(x)}{TFT} = B^x \ln A \quad (7)$$

Dado que os elementos da igualdade são negativos, multiplica-se por (-1) e aplica-se novamente o logaritmo natural.

$$\ln \left[-\ln \frac{F(x)}{TFT} \right] = \ln(-B^x \ln A) = x \ln B + \ln[-\ln A] \quad (8)$$

O que constitui uma reta em forma de:

$$V(x) = \alpha_0 + \beta_0 x \quad (9)$$

Em que:

$$V(x) = \ln \left[-\ln \frac{F(x)}{TFT} \right]$$

$$\alpha_0 = \ln[-\ln A]$$

$$\beta_0 = \ln B \quad (10)$$

Considerando uma distribuição etária padrão (modelo), tem-se:

$$V^s(x) = \alpha_s + \beta_s x \quad (11)$$

Se $V(x)$ e $V^s(x)$ se comportam linearmente com respeito à idade x , também haverá uma relação linear entre eles, de modo que:

$$V(x) = \hat{\alpha} + \hat{\beta} V^s(x) \quad (12)$$

Em que $V(x)$ é uma transformação linear de $V^s(x)$.

Os parâmetros α e β associam-se, respectivamente, ao início do processo de procriação e à distribuição dos nascimentos ao longo da idade da mulher, e acompanham as mudanças da TFT (Wong, 2000). São os parâmetros que diferenciam a estrutura observada da estrutura-padrão. Assim, α está ligado à idade média com que as mulheres têm os filhos, e seus valores variam de $-\infty$ a 0, sendo esperado que reflitam idades médias cada vez mais avançadas, se a postergação da fecundidade se verificar. E β mede o grau de dispersão ou de concentração das taxas de fecundidade em relação à padrão e seus valores variam de 1 a $+\infty$.

TEXTO para DISCUSSÃO

Os valores de α e β são obtidos ajustando os seis pontos da distribuição etária da fecundidade, por meio do sistema de médias, em que se estabelecem as equações a seguir.

$$\bar{V}_1(x) = \alpha + \beta \bar{V}_1^s(x) \quad (13)$$

$$\bar{V}_2(x) = \alpha + \beta \bar{V}_2^s(x) \quad (14)$$

Em que \bar{V}_1 é o ajuste do início da curva e \bar{V}_2 é o ajuste do final da curva.

$$\bar{V}_1 = \frac{V(20) + V(25) + V(30)}{3} \quad (15)$$

$$\bar{V}_2 = \frac{V(35) + V(40) + V(45)}{3} \quad (16)$$

Analogamente, encontramos \bar{V}_1^s e \bar{V}_2^s para a estrutura-padrão. Assim:

$$\hat{\beta} = \frac{\bar{V}_2 - \bar{V}_1}{\bar{V}_2^s - \bar{V}_1^s}$$

$$\hat{\alpha} = \bar{V}_1(x) - \hat{\beta} \bar{V}_1^s \quad (17)$$

Em resumo, tem-se:

$\alpha < 0$: deslocamento da curva para a esquerda em relação à padrão (idade média da fecundidade menor que a padrão);

$\alpha > 0$: deslocamento para a direita (idade média da fecundidade maior que a padrão);

$\beta > 1$: maior concentração das taxas em relação à padrão; e

$\beta < 1$: menor concentração das taxas em relação à padrão.

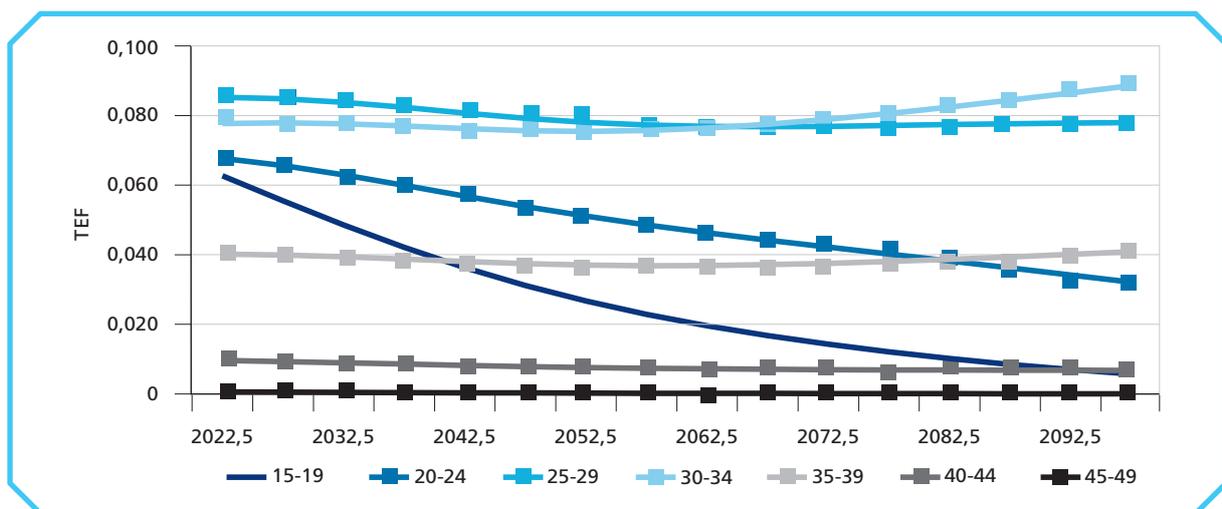
O método requer a seleção de uma estrutura observada (aquela que será a estrutura inicial da projeção) e uma estrutura-padrão, ou seja, a estrutura de fecundidade que se espera ser alcançada em um tempo futuro. Definida a estrutura-meta/padrão e a estrutura observada, parte-se para a estimação dos parâmetros α e β para cada período de projeção. Em seguida, estima-se o valor de $V(x)$ para cada quinquênio, considerando a relação linear com a padrão. A partir desses valores, chega-se à estrutura projetada em cada quinquênio.

Finalmente, para obter os valores das TEFs por quinquênio, é só seguir o caminho inverso daquele realizado para linearizar a curva da distribuição: do mesmo modo que partiu de uma transformação logarítmica para encontrar $V(x)$ e estabelecer a relação linear com a padrão, faz-se uma transformação exponencial de $V(x)$, tendo o valor da TFT projetado, para se chegar aos valores das TEFs projetadas.

O resultado desse exercício para o Brasil, isto é, a evolução que se espera da estrutura de fecundidade por idade, ilustra-se nos gráficos A.3 e A.4 a seguir.

GRÁFICO A.3

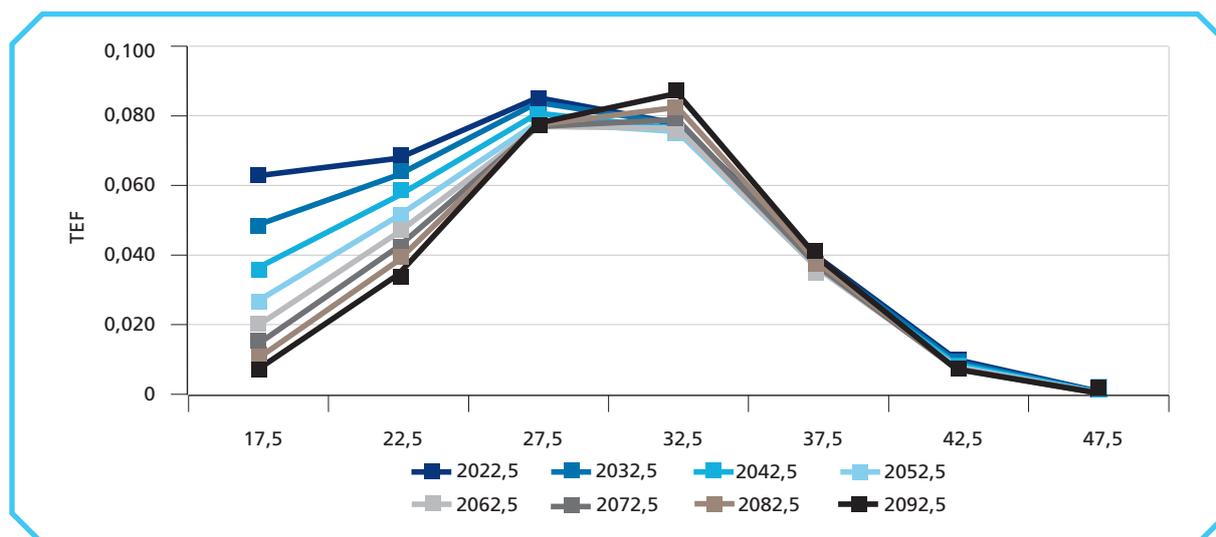
Brasil: representação da tendência de comportamento esperada para a fecundidade, para cada grupo de idade, segundo projeção via método de Gompertz (2020-2100)



Fonte: IBGE (2018) e UN (2017).

GRÁFICO A.4

Brasil: distribuição das taxas de fecundidade, por grupo etário, no meio de quinquênios de projeção selecionados (2020-2100)



Fonte: IBGE (2018) e UN (2017).

REFERÊNCIAS

CHACKIEL, J. Proyeccion de la fecundidad: criterios y procedimientos utilizados en Celade. *In: CELADE – CENTRO LATINO-AMERICANO E CARIBENHO DE DEMOGRAFIA. Metodos para proyecciones demograficas*. San Jose, Costa Rica: Celade, 1984. p. 43-85. Disponível em: <<https://bit.ly/3k6m1Op>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeções da população: Brasil e unidades da federação – revisão 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. (Relatórios Metodológicos, v. 40).

KOHLER, H. P.; BILLARI, F. C.; ORTEGA, J. A. Towards a theory of lowest-low fertility. *Max Planck Institute for Demographic Research*, Rostock, v. 4, n. 28, p. 641-680, out. 2001.

MOULTRIE, T. A. The relational Gompertz model. *In: MOULTRIE, T. A. et al. (Ed.). Tools for demographic estimation*. Paris: International Union for the Scientific Study of Population, 2003. p. 54-68. Disponível em: <<http://demographicestimation.iussp.org>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Modelo de fecundidad basado en la relación de Gompertz propuesto por Brass. *In: _____ Manual X: tecnicas indirectas de estimacion demografica*. New York: Nações Unidas, 1986. p. 26-28. (Estudios de Poblacion, n. 81). Disponível em: <https://unstats.un.org/unsd/demographic/standmeth/handbooks/Manual_X-es.pdf>.

SIMÕES, C. C. S. **A transição da fecundidade no Brasil**: análise de seus determinantes e as novas questões demográficas. São Paulo: Arbeit Factory Editora e Comunicação, 2006.

UN – UNITED NATIONS. **World Population Prospects**: the 2017 revision. New York: Department of Economic and Social Affairs, 2017.

WONG, L. L. R. A projeção da fecundidade: um exercício aplicado ao Brasil para o período 1991-2020. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 12., 2000, Caxambu. **Anais...** Belo Horizonte: ABEP, 2000. p. 1-21.

APÊNDICE B

O MODELO DE INTERPOLAÇÃO PARA PROJEÇÃO DA MORTALIDADE

O pressuposto básico para a aplicação desse método é que o logito de $(1 - l_x)$ da tábua de mortalidade inicial (y_x^I) varia linearmente no tempo, tendendo ao logito $(1 - l_x)$ da tábua de mortalidade-limite (y_x^L).¹ A transformação logital do complemento da função de sobrevivência da tábua de mortalidade é definida por:

$$y_x = \frac{1}{2} \ln \frac{1 - l_x}{l_x}$$

Em que y_x é o logito à idade exata x ; e l_x é a função de sobreviventes, da tábua de mortalidade à idade exata x . Supõe-se uma raiz da tábua igual a um ($l_0 = 1$).

A partir dos logitos da tábua de mortalidade inicial e dos logitos da tábua-limite para um dado período no futuro é possível obter as probabilidades de morte nos períodos quinquenais intermediários, por meio da relação a seguir:

$$y_x^{tk} = (1 - \omega) y_x^L + \omega y_x^I$$

Onde y_x^{tk} é o logito de $(1 - l_x)$ da tábua de mortalidade no ano intermediário k ; y_x^L é o logito de $(1 - l_x)$ da tábua de mortalidade no ano-limite L ; e y_x^I é o logito de $(1 - l_x)$ da tábua de mortalidade no ano inicial I .

Como é possível perceber, tal relação é simplesmente uma interpolação linear dos logitos da função l_x das tábuas inicial e limite de mortalidade nos períodos intermediários de projeção. Assim, o logito de $(1 - l_x)$ em uma data intermediária qualquer será determinada por pesos (ω) que são calculados com base no tempo em que se levará para atingir a esperança de vida da tábua-limite, com base na relação a seguir.

1. Celade – Centro Latino Americano y Caribeño de Demografia (Ed.). *Métodos para proyecciones demográficas*. San Jose, Costa Rica: Celade, 1984. 255 p. Disponível em: <<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/8304>>.

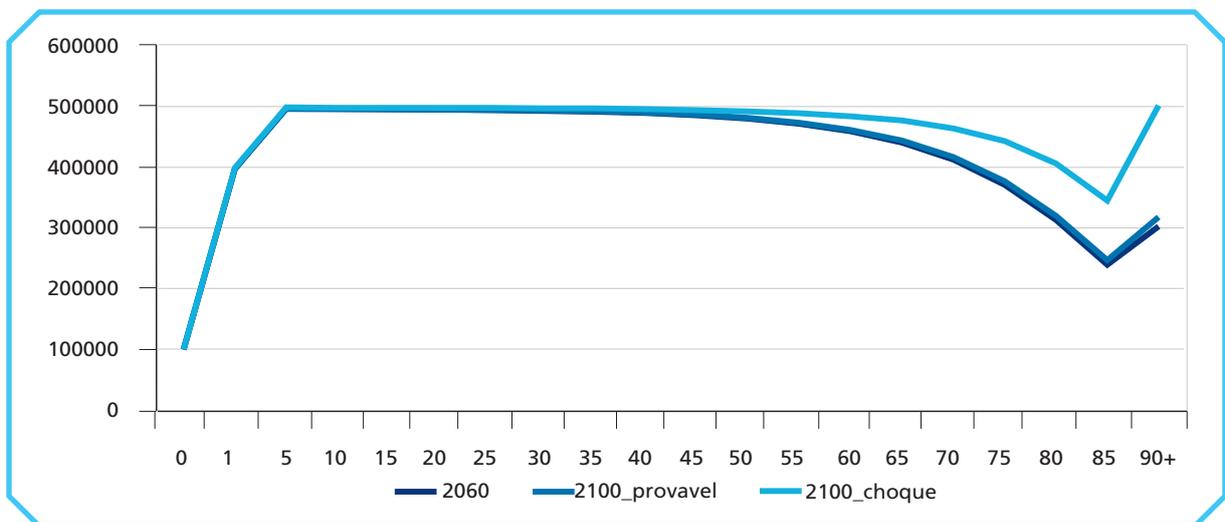
$$\omega = \frac{t_L - t_k}{t_L - t_I}$$

Na qual t_L é o ano em que a tábua de mortalidade deverá alcançar o seu limite; t_I é o ano em que a tábua inicial de mortalidade é determinada; e t_k é o ano intermediário de projeção em que a tábua de mortalidade é determinada.

A projeção da componente da mortalidade envolveu, assim como a componente da fecundidade, a elaboração de dois cenários: um provável e um alternativo. No corpo deste trabalho há uma descrição desses dois cenários. O resultado pode ser observado no gráfico a seguir.

GRÁFICO B.1

Brasil: comparação entre as razões de sobrevivência por idade inicial para mulheres (IBGE 2060) e as tábuas-limite do cenário provável e choque



Elaboração das autoras.

APÊNDICE C

A COMPONENTE DA MIGRAÇÃO

A projeção da migração, no sistema de coortes componentes, envolve duas medidas teoricamente simples de ser calculadas. Porém, na prática, são bastante difíceis de se obter, devido à escassez de dados ou mesmo sua deficiência, já que os movimentos migratórios são um fenômeno difícil de controlar e contabilizar. Mesmo para a migração internacional, as estimativas são aproximadas. Isso ocorre porque geralmente não há informações suficientes disponíveis (como dados sobre emigração), e os movimentos “ilegais”, por não serem captados, acabam ocultando o verdadeiro fluxo migratório, levando ao sub-registro dos dados (Carvalho e Campos, 2006). Essas medidas referem-se ao saldo migratório (SM) e à taxa líquida de migração (TLM).

O cálculo do SM (que é a diferença entre número de imigrantes e de emigrantes) no Brasil pode ser realizado por método direto e indireto. Pelo método direto, utilizam-se os resultados do quesito sobre lugar de residência do indivíduo cinco anos antes da data de referência do censo demográfico (informação de data fixa). Assim, o SM é obtido pela diferença entre o volume dos indivíduos que não residiam em uma localidade no início do período de análise – no caso, cinco anos antes do censo – e se mudaram para lá (imigrantes) e aqueles que residiam nessa localidade no início do período e dela saíram (emigrantes) (Rigotti, 1999 *apud* Baptista *et al.*, 2017). Pelo método indireto, estima-se a população na ausência de migração para o ano do censo, ou seja, somente fazendo uso de dados de fecundidade e mortalidade. Uma vez obtida a população esperada, ela é comparada com a população observada na data do censo. A diferença entre a população observada e a estimada atribui-se ao SM na data do censo.

No tocante às TLMs, elas dizem respeito à razão entre os migrantes e a população exposta ao risco de migrar. Assim, essa medida propõe a utilização do saldo migratório em relação à população observada:

$${}_n TLM_{x,sexo}^t = \frac{{}_n SM_{x,sexo}^t}{{}_n P_{x,sexo}^{t,obs}}$$

Em que ${}_n SM_{x, \text{sexo}}^t = SM$ no período entre t ; ${}_n P_{x, \text{sexo}}^{t, \text{obs}}$ = população observada no período t .

Geralmente, as TLMs são obtidas por grupos de idade e sexo. Daí, na equação, x representa a idade e n o tamanho do intervalo etário – os movimentos migratórios são bastante diferenciados por sexo e idade (Braga e Matos, 2017). Ademais, para o cálculo das TLMs, assumem-se os pressupostos de que não há diferencial de mortalidade entre migrantes e não migrantes e que cada indivíduo migra apenas uma vez por ano, de maneira que nenhum movimento é censurado por migração posterior.

A projeção dessa componente, como explicado no corpo deste trabalho, não envolveu a elaboração de cenários. Considerou-se mais apropriado manter a hipótese de comportamento delineada pelo IBGE (2018). Contudo, cabe salientar que os valores das TLMs, estimados para os quinquênios de projeção segundo a hipótese de comportamento delineada pelo IBGE, não estavam distribuídos segundo grupos de idade e sexo. Recorreu-se a uma distribuição *pro rata* da TLM segundo a participação relativa de cada grupo etário, por sexo, no total da população projetada para aquele quinquênio, segundo projeção do próprio IBGE. Assim, para o primeiro quinquênio de projeção (2020-2025), por exemplo, a TLM de 0,08% estimada pelo IBGE foi distribuída por sexo e grupos quinquenais de idade (0 a 90 anos e mais), conforme o peso relativo desses grupos no total da população projetada de 2020-2025 pelo próprio IBGE. Com isso, foram obtidas as TLMs por idade e sexo para 2020-2025. Essas taxas foram utilizadas para projetar a população do mesmo período no cenário alternativo.

Esse procedimento foi realizado para os outros quinquênios de projeção para os quais o saldo migratório era diferente de zero (2025-2030 e 2030-2035). A tabela C.1 exhibe os valores das TLMs após as distribuições por sexo e grupos etários.

É possível perceber, pela tabela C.1, valores muito baixos das TLMs estimadas, e com tendência à nulidade ao longo dos períodos. Isso evidencia o impacto praticamente insignificante da migração internacional no volume total da população. Espera-se que esse efeito se torne inexistente nos demais quinquênios de projeção, quando as TLMs assumirão valor zero para todas as idades.

TABELA C.1**Brasil: TLMs para os primeiros quinquênios de projeção**

(Em %)

Grupos etários	2020-2025		2025-2030		2030-2035	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
0-4	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001
5-9	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001
10-14	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001
15-19	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001
20-24	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001
25-29	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001
30-34	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001
35-39	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001
40-44	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001
45-49	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001
50-54	0,002	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001
55-59	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
60-64	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
65-69	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
70-74	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001
75-79	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000
80-84	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
85-89	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
90+	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fonte: IBGE (2018).

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, E. A.; CAMPOS, J.; RIGOTTI, J. I. R. Migração de retorno no Brasil. **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 16, n. 16, p. 1-18, 2017.

BRAGA, F.; MATOS, R. Quem são os migrantes das metrópoles? Uma análise comparativa das pessoas que entraram e saíram das regiões metropolitanas brasileiras. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT)**, n. 11, p. 59-81, jun. 2017.

CARVALHO, J. A. M. de; CAMPOS, M. B. de. A variação do saldo migratório internacional do Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 20, n. 57, p. 55-58, ago. 2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeções da população**: Brasil e unidades da federação – revisão 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. (Relatórios Metodológicos, v. 40).

APÊNDICE D

O MÉTODO DAS COORTES-COMPONENTES**Projeção da população fechada à migração**

O método é dividido em duas etapas. Na primeira, estima-se a população considerando apenas os efeitos das componentes da mortalidade e da fecundidade, em um dado quinquênio de projeção. Em seguida, na segunda etapa, acrescenta-se o efeito da migração para obter a população final por período de projeção.

Seja uma população fechada à migração, desagregada em grupos de idade quinquenais, que se deseja projetar cinco anos à frente.¹ Considere $K^t(x)$ o número de pessoas com idade entre x e $x + 4$ no tempo t . Então, o número de pessoas cinco anos à frente será:

$$K^{t+5}(t+5) = \frac{L(x+5)}{L(x)} K^t(x) = s(x) K^t(x)$$

Onde $s(x) = \frac{L(x+5)}{L(x)}$ é a razão de sobrevivência de um grupo de idade para o próximo, calculado na tábua de vida, sendo utilizada para todos os grupos etários, menos os dois últimos.²

1. Projeções populacionais são, geralmente, realizadas para períodos maiores que um ano, a fim de minimizar os efeitos da oscilação aleatória dos eventos (mortalidade, fecundidade, migração), que pode ocorrer quando se analisa ano a ano. Ademais, por tratar-se de eventos demográficos, suas mudanças são captadas mais facilmente quando são comparados períodos mais longos, já que fenômenos demográficos são gradativos e, portanto, percebidos apenas em intervalos temporais mais amplos. Daí que, em exercícios de projeção, normalmente consideram-se períodos quinquenais como os intervalos mais curtos para realizar as estimativas, conquanto isso não seja uma regra.

2. Para os dois últimos grupos etários de projeção, utiliza-se a relação $\frac{T(x)}{T(x-5)}$, que é a razão entre o total de anos a ser vividos a partir da idade x , obtido da tábua de vida.

TEXTO para DISCUSSÃO

Ao projetar todos os grupos etários, tem-se uma equação dessas para cada grupo de idade, ou seja, um sistema de equação linear. Podemos expressar esse sistema na forma de matriz como:

$$\{K^{t+5}\} = S\{K^t\}$$

Onde S é uma matriz formada pelas razões de sobrevivência na diagonal e todos os outros elementos são zero. Cada matriz S é da forma dada a seguir:

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\ s(0) & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \cdot & s(5) & \dots & 0 & 0 & \dots & \cdot \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & s(z-5) & 0 \end{bmatrix}$$

Por sua vez, K^t é um vetor de população no tempo t :

$$K^t = \begin{bmatrix} K_1^t \\ K_2^t \\ \dots \\ K_m^t \end{bmatrix}$$

Assim, a projeção da população fechada, considerando a mortalidade, teria o seguinte aspecto:

$$\begin{bmatrix} k^{t+5}(0) \\ k^{t+5}(5) \\ k^{t+5}(10) \\ \vdots \\ k^{t+5}(z) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ s(0) & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & s(5) & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & s(z-5) & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} k^t(0) \\ k^t(5) \\ k^t(10) \\ \vdots \\ k^t(z) \end{bmatrix}$$

Uma vez que os nascimentos não estão incluídos, sucessivas multiplicações de K^t por S produzirão uma matriz nula. Desse modo, é necessário incluir a componente da fecundidade. Para incorporar o efeito da fecundidade, é preciso estimar o número médio de nascimentos sobreviventes no final do intervalo quinquenal.

Projeção do número de nascimentos sobreviventes dentro de um intervalo de projeção

A fim de realizar a projeção populacional, é necessário estimar os nascimentos sobreviventes ao final de cada período de projeção das mulheres em idade reprodutiva (15 a 49 anos), de tal modo que:

$$K^{t+5}(0) = \sum_x b(x) K_f^t(x)$$

Em que $K^{t+5}(0)$ é o número de pessoas sobreviventes ao final do quinquênio de projeção com idade zero; $b(x)$ é a taxa de nascimentos dentro do intervalo e sobreviventes ao final do período; e $K_f^t(x)$ é o número de mulheres no tempo t com idade x .

Assim, o número de nascimentos no período de projeção das mulheres no grupo etário x e $x + 5$, $b^{t+5}(x)$, pode ser *aproximado* por:

$$b^{t+5}(x) = 5 \times F(x) \times \left(\frac{K^t(x, f) + K^t(x - 5, f)}{2} \right)$$

Em que $\left(\frac{K^t(x, f) + K^t(x - 5, f)}{2} \right)$ representa a média aritmética da população feminina no tempo inicial e final do grupo de idade e $F(x)$ representa a taxa específica de fecundidade, por idade reprodutiva, projetada para o quinquênio de projeção. Essa equação pode ser interpretada como a contribuição, das mulheres de idade entre x a $x + 5$, para os nascimentos durante o intervalo de cinco anos. No entanto, o estoque de nascimentos, a cada intervalo quinquenal, depende: i) das mulheres sobreviventes expostas à $F(x)$; e ii) do número de nascimentos sobreviventes ao final do intervalo. Para obter o estoque de nascimentos apenas das mulheres sobreviventes em cada idade do período reprodutivo, incorpora-se a mortalidade feminina, tal que:

$$b^{t+5}(x) = 5 \times F(x) \times \left(\frac{K^t(x, f) + S(x - 5) K^t(x - 5, f)}{2} \right)$$

TEXTO para DISCUSSÃO

Lembrando que $s(x-5) = \frac{L(x)}{L(x-5)}$

Somando-se os grupos etários do período reprodutivo, tem-se que o total de nascimentos das mulheres sobreviventes, em um dado intervalo quinquenal, é dado por:

$$b^{t+5}(x) = \frac{5}{2} \sum_{x=\alpha-5}^{\beta-5} [K^t(x, f) + S(x-5)K^t(x-5, f)]F(x)$$

Em uma coorte de nascimentos, em que esses ocorrem uniformemente no intervalo de cinco anos a uma dada taxa, tem-se que o número de nascimentos que sobrevivem ao final do intervalo pode ser estimado por:

$$K^{t+5}(0) = \frac{L(0)}{2l_0} \sum_x [K^t(x, f) + S(x-5)K^t(x-5, f)]F(x)$$

Tendo obtido as taxas $b(x)$, é necessário discriminar os nascimentos femininos e masculinos. Começemos com os nascimentos femininos. Para o primeiro grupo etário, ou seja, as mulheres com idade de 15 a 19 anos, ou seja, $x = 15$, os nascimentos femininos são dados por:

$$b(15, f) = S(15, f)F(15) \times \frac{L(0, f)}{2l_0} \times \frac{1}{1 + RS}$$

Para x entre 20 e 44 anos, temos:

$$b(x, f) = [S(x, f)F(x+5) + F(x)] \times \frac{L(0, f)}{2l_0} \times \frac{1}{1 + RS}, \text{ para } x = \{20, 25, \dots, 40\}$$

Por fim, para o grupo etário de 45 a 49 anos, tem-se:

$$b(45, f) = F(45) \times \frac{L(0, f)}{2l_0} \times \frac{1}{1 + RS}$$

Onde $F(x)$ é a taxa específica de fecundidade entre x e $x + 5$; $L^f(0)$ é o número de pessoas-ano do sexo feminino entre 0 e 5 anos; l_0 é o número de pessoas com a exata idade 0 da tabela de mortalidade; e RS é a razão de sexo ao nascer.

Agora vamos demonstrar como obter os nascimentos masculinos. Para o primeiro grupo etário, ou seja, as mulheres com idade entre 15 e 19 anos, ou seja, $x = 15$, os nascimentos masculinos são dados por:

$$b(15, m) = \left\{ [S(15, f)F(15)] - [S(15, f)F(15)] \frac{1}{1 + RS} \right\} \frac{L(0, m)}{2l_0}$$

Para x entre 20 e 44 anos, ou seja, para $x = \{20, 25, \dots, 40\}$, temos:

$$b(x, m) = \left\{ [S(x, f)F(x + 5) + F(x)] - [S(x, f)F(x + 5) + F(x)] \frac{1}{1 + RS} \right\} \frac{L(0, m)}{2l_0}$$

Por fim, para o grupo etário de 45 a 49 anos, tem-se:

$$b(45, m) = \left\{ F(45) - F(45) \frac{1}{1 + RS} \right\} \frac{L(0, m)}{2l_0}$$

Ao utilizar as taxas de nascimento $b(x)$, a matriz S , apresentada no início desta seção, passará a ter a seguinte configuração expressa na figura D.1.

FIGURA D.1
Matriz de Leslie

0	0	0	$b(15,f)$	$b(20,f)$	...	$b(45,f)$	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0
$s(0,f)$	0	0	0	...	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	
0	$s(5,f)$	0	0	0	...	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	
0	0	$s(10,f)$	0	...	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	
0	0	0	$s(15,f)$	0	...	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	
0	0	0	0	$s(20,f)$	...	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0
...	
...	
0	0	0	0	0	...	$s(45,f)$	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	
0	0	0	0	0	...	0	$s(50,f)$	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0
0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	
0	0	0	0	0	...	0	0	...	$s(85,f)$	$s(85,f)$	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	
0	0	0	$b(15,m)$	$b(20,m)$	...	$b(45,m)$	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0
0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	$s(0,f)$	0	0	0	...	0	0	...	0	0	
0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	0	$s(5,f)$	0	0	0	...	0	0	...	0	0
0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	0	0	$s(10,f)$	0	...	0	0	...	0	0	
0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	0	0	0	$s(15,f)$	0	...	0	0	...	0	0
0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	0	0	0	0	$s(20,f)$...	0	0	...	0	0
...
...
0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	$s(45,f)$	0	...	0	0	
0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	$s(50,f)$	...	0	0
0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	
0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	...	$s(85,f)$	$s(85,f)$	

Elaboração das autoras.

Essa nova forma é o que caracteriza uma matriz de Leslie, denominada S . Ela é uma típica matriz quadrática de projeção populacional que leva em conta os eventos vitais (mortes e nascimentos) distribuídos por idade e sexo. Nessa matriz, todos os quadrantes, exceto o quadrante (1,2), são preenchidos com informações dos nascimentos e/ou das razões de sobrevivência, sendo que os demais elementos da matriz que não contêm essas informações recebem valor zero.

A matriz de Leslie, aplicada a um vetor de população no tempo t , fornecerá a população fechada, por idade e sexo, no tempo $t + 5$, tal como é demonstrado a seguir.

$$\begin{bmatrix} K^{t+5}(0) \\ K^{t+5}(5) \\ K^{t+5}(10) \\ \vdots \\ K^{t+5}(z) \end{bmatrix} = S \times \begin{bmatrix} K^t(0) \\ K^t(5) \\ K^t(10) \\ \vdots \\ K^t(z) \end{bmatrix}$$

É importante lembrar que a população resultante não é a população final projetada, uma vez que falta incluir o efeito da migração.

População final projetada, considerando o efeito da migração

O efeito da migração não está contido na matriz de Leslie, por isso é considerado separadamente e como último passo da projeção populacional. Após a obtenção da população projetada fechada, aplicam-se as TLMs estimadas para cada período de projeção, distribuídas por idade e sexo, seguindo o mesmo formato da matriz.

$$\begin{bmatrix} P^{t+5}(0) \\ P^{t+5}(5) \\ P^{t+5}(10) \\ \vdots \\ P^{t+5}(z) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K^{t+5}(0) \\ K^{t+5}(5) \\ K^{t+5}(10) \\ \vdots \\ K^{t+5}(z) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} TLM^{t,t+5}(0) \\ TLM^{t,t+5}(5) \\ TLM^{t,t+5}(10) \\ \vdots \\ TLM^{t,t+5}(z) \end{bmatrix}$$

A população resultante é a população final estimada para cada quinquênio de projeção. É importante ressaltar que todo esse processo é realizado para cada quinquênio até 2100.

APÊNDICE E

BRASIL: PROJEÇÕES DAS TAXAS ESPECÍFICAS DE FECUNDIDADE POR IDADE (TEFs) E DAS TAXAS DE FECUNDIDADE TOTAL (TFTs) SEGUNDO OS DIFERENTES CENÁRIOS (2020-2100)**TABELA E.1****Cenário Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): projeção das TEFs e das TFTs mantendo tendência de projeção¹**

Faixa etária	Ano de projeção																
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2062,5	2067,5	2072,5	2077,5	2082,5	2087,5	2092,5	2097,5
15-19	0,0583	0,0548	0,0510	0,0479	0,0449	0,0422	0,0396	0,0380	0,036	0,034	0,031	0,028	0,025	0,023	0,020	0,018	0,016
20-24	0,0875	0,0843	0,0815	0,0785	0,0759	0,0735	0,0712	0,0695	0,068	0,066	0,064	0,062	0,060	0,058	0,056	0,054	0,052
25-29	0,0843	0,0839	0,0838	0,0839	0,0839	0,0839	0,0840	0,0838	0,084	0,084	0,085	0,086	0,087	0,088	0,089	0,090	0,091
30-34	0,0703	0,0714	0,0727	0,0739	0,0752	0,0766	0,0779	0,0786	0,079	0,081	0,082	0,084	0,086	0,088	0,090	0,092	0,094
35-39	0,0399	0,0410	0,0422	0,0433	0,0444	0,0455	0,0467	0,0474	0,048	0,049	0,049	0,050	0,050	0,051	0,051	0,052	0,052
40-44	0,0108	0,0113	0,0119	0,0124	0,0129	0,0133	0,0138	0,0141	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,016	0,016
45-49	0,0009	0,0011	0,0013	0,0015	0,0016	0,0018	0,0019	0,0020	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
TFT	1,76	1,74	1,72	1,71	1,69	1,68	1,68	1,67	1,66	1,65	1,64	1,63	1,63	1,62	1,62	1,62	1,61

Fonte: IBGE (2018).

Nota: ¹ Entre 2020 e 2060, os dados são da revisão 2018; a partir de 2060, projeções próprias.

Obs.: A projeção populacional é realizada em períodos quinquenais, daí que a projeção das componentes, como no caso da fecundidade, é realizada para o meio de cada período. Por isso, a partir de 2060, os valores das taxas referem-se ao meio de cada quinquênio.

TABELA E.2
Cenário Organização das Nações Unidas (ONU): projeção das TEFs e das TFTs considerando como padrão a projeção da fecundidade, variante baixa

Faixa etária	Ano de projeção															
	2022,5	2027,2	2032,5	2037,5	2042,5	2047,5	2052,5	2057,5	2062,5	2067,5	2072,5	2077,5	2082,5	2087,5	2092,5	2097,5
15-19	0,0628	0,0556	0,0487	0,0423	0,0365	0,0313	0,0269	0,0231	0,020	0,017	0,015	0,012	0,010	0,009	0,007	0,006
20-24	0,0678	0,0657	0,0631	0,0601	0,0570	0,0540	0,0512	0,0487	0,046	0,044	0,042	0,040	0,038	0,036	0,034	0,032
25-29	0,0852	0,0848	0,0838	0,0824	0,0808	0,0793	0,0781	0,0773	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,078	0,078	0,078
30-34	0,0777	0,0779	0,0776	0,0770	0,0763	0,0757	0,0755	0,0757	0,076	0,078	0,079	0,081	0,082	0,084	0,086	0,089
35-39	0,0396	0,0393	0,0388	0,0381	0,0374	0,0368	0,0364	0,0362	0,036	0,037	0,037	0,037	0,038	0,039	0,039	0,040
40-44	0,0099	0,0096	0,0093	0,0089	0,0085	0,0082	0,0079	0,0077	0,008	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
45-49	0,0009	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0005	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TFT	1,72	1,67	1,61	1,55	1,49	1,43	1,38	1,35	1,32	1,30	1,29	1,28	1,27	1,27	1,27	1,26

Fonte: IBGE (2018).

Elaboração das autoras.

Obs.: A projeção populacional é realizada em períodos quinquenais, daí que a projeção das componentes, como no caso da fecundidade, é realizada para o meio de cada período. Por isso, a partir de 2060, os valores das taxas referem-se ao meio de cada quinquênio de projeção.

REFERÊNCIAS

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeções da população:** Brasil e unidades da federação – revisão 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. (Relatórios Metodológicos, v. 40).

UN – UNITED NATIONS. **World Population Prospects:** the 2017 revision. New York: Department of Economic and Social Affairs, 2017.

APÊNDICE F

BRASIL: RESULTADOS DAS PROJEÇÕES POPULACIONAIS, POR FAIXAS ETÁRIAS E SEXO, SEGUNDO OS TRÊS CENÁRIOS DE PROJEÇÃO DESENVOLVIDOS (2010-2100)**TABELA F.1**
Cenário IBGE/Ipea

Idade	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
0	7.594.516	7.536.789	6.975.778	6.354.123	5.948.471	5.515.605	5.038.614	4.643.650	4.283.890	3.929.776
5	8.094.637	7.491.634	7.318.878	6.627.900	6.124.537	5.744.493	5.269.507	4.825.280	4.459.808	4.098.822
10	8.842.587	7.563.501	7.513.141	6.957.623	6.339.911	5.936.671	5.504.949	5.029.102	4.635.089	4.276.182
15	8.673.836	8.042.202	7.453.221	7.287.028	6.602.699	6.103.630	5.725.144	5.252.208	4.809.852	4.445.929
20	8.746.116	8.712.945	7.470.597	7.437.195	6.895.815	6.289.218	5.890.068	5.462.939	4.991.824	4.601.745
25	8.574.606	8.484.394	7.893.232	7.338.836	7.189.512	6.523.112	6.031.767	5.659.913	5.194.361	4.758.704
30	7.821.287	8.532.944	8.534.665	7.340.229	7.326.843	6.803.583	6.207.235	5.816.151	5.397.036	4.934.028
35	6.857.527	8.347.421	8.300.209	7.746.136	7.221.685	7.086.207	6.431.654	5.950.371	5.586.509	5.129.721
40	6.405.478	7.574.836	8.314.471	8.346.626	7.197.348	7.199.896	6.687.911	6.105.002	5.723.447	5.313.872
45	5.768.516	6.576.419	8.066.468	8.059.034	7.543.900	7.050.917	6.921.683	6.285.876	5.818.778	5.466.032
50	4.900.002	6.041.008	7.217.244	7.972.437	8.034.455	6.946.162	6.956.516	6.466.048	5.906.310	5.540.755
55	3.954.821	5.306.101	6.132.308	7.585.774	7.619.074	7.154.556	6.698.374	6.580.998	5.981.371	5.541.407
60	3.081.961	4.350.563	5.458.969	6.593.867	7.333.300	7.420.473	6.430.692	6.447.247	5.999.137	5.485.686
65	2.253.998	3.337.000	4.584.216	5.371.091	6.701.600	6.767.303	6.374.635	5.977.034	5.880.953	5.352.937
70	1.689.818	2.398.778	3.501.868	4.474.742	5.468.808	6.124.121	6.225.293	5.405.607	5.430.160	5.062.579
75	1.105.206	1.542.105	2.396.166	3.381.052	4.021.823	5.066.803	5.148.551	4.861.743	4.569.606	4.506.985
80	677.628	952.619	1.446.541	2.197.885	2.864.310	3.549.148	4.009.317	4.087.042	3.558.778	3.584.764
85	314.944	471.252	718.616	1.182.750	1.717.634	2.076.107	2.650.968	2.702.132	2.559.431	2.412.898
90	155.814	265.178	432.174	708.423	1.148.335	1.600.637	1.955.102	2.313.887	2.434.760	2.264.181

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Idade	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
0	7.263.764	7.193.522	6.654.037	6.059.465	5.671.785	5.258.613	4.785.489	4.410.320	4.068.594	3.731.967
5	7.770.558	7.158.677	6.985.900	6.323.461	5.841.839	5.478.538	5.006.154	4.584.050	4.236.777	3.893.636
10	8.554.717	7.241.977	7.177.282	6.641.753	6.049.944	5.663.861	5.251.497	4.779.173	4.404.647	4.063.496
15	8.545.250	7.748.661	7.142.889	6.973.050	6.313.409	5.833.479	5.470.952	4.999.406	4.578.039	4.231.376
20	8.730.663	8.520.321	7.217.578	7.157.419	6.625.610	6.036.629	5.651.627	5.240.397	4.769.293	4.395.745
25	8.759.504	8.501.472	7.714.059	7.116.357	6.950.430	6.294.775	5.816.610	5.455.487	4.985.598	4.565.693
30	8.134.662	8.672.472	8.472.728	7.183.027	7.128.176	6.600.995	6.014.738	5.631.684	5.222.417	4.753.396
35	7.217.581	8.679.124	8.438.085	7.664.189	7.076.626	6.915.100	6.263.545	5.788.546	5.429.910	4.962.905
40	6.778.692	8.028.138	8.578.785	8.393.336	7.122.693	7.073.965	6.551.659	5.970.823	5.591.538	5.186.089
45	6.223.923	7.076.085	8.536.458	8.316.353	7.563.258	6.990.866	6.832.576	6.190.164	5.721.994	5.368.665
50	5.376.771	6.576.796	7.826.144	8.386.869	8.220.740	6.984.373	6.940.194	6.429.574	5.861.209	5.490.429
55	4.432.743	5.951.176	6.811.458	8.250.753	8.058.871	7.340.157	6.789.889	6.638.540	6.016.535	5.563.494
60	3.514.780	5.033.165	6.215.013	7.439.034	7.999.680	7.858.543	6.684.262	6.645.430	6.159.689	5.618.086
65	2.651.990	4.012.244	5.464.296	6.305.561	7.676.222	7.521.177	6.862.190	6.352.978	6.216.468	5.638.623
70	2.102.224	3.009.885	4.405.172	5.505.888	6.640.747	7.171.363	7.064.541	6.016.397	5.988.875	5.557.994
75	1.492.784	2.072.284	3.245.094	4.507.406	5.259.045	6.445.168	6.339.902	5.794.716	5.374.219	5.268.006
80	1.011.816	1.413.939	2.140.390	3.235.703	4.114.525	5.018.661	5.452.988	5.385.645	4.598.359	4.588.978
85	515.585	788.078	1.194.404	1.976.064	2.830.025	3.358.671	4.163.882	4.112.727	3.774.356	3.514.554
90	299.377	549.987	919.928	1.521.483	2.489.591	3.482.771	4.282.971	4.989.308	5.185.135	4.818.399

Elaboração das autoras.

TABELA F.2
Cenário de choque populacional

Idade	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
0	7.594.516	7.536.789	6.738.179	5.746.773	4.963.459	4.246.221	3.575.301	3.045.820	2.604.048	2.213.553
5	8.094.637	7.491.634	7.177.553	6.226.252	5.319.450	4.604.256	3.892.331	3.291.765	2.817.155	2.400.031
10	8.842.587	7.563.501	7.511.607	6.719.285	5.733.879	4.955.137	4.240.685	3.571.224	3.042.843	2.601.927
15	8.673.836	8.042.202	7.453.039	7.147.354	6.206.060	5.307.354	4.596.232	3.886.571	3.287.757	2.814.463
20	8.746.116	8.712.945	7.465.482	7.432.593	6.665.086	5.701.669	4.934.215	4.225.753	3.561.149	3.036.385
25	8.574.606	8.484.394	7.877.062	7.328.188	7.054.673	6.148.964	5.271.296	4.570.262	3.869.045	3.276.675
30	7.821.287	8.532.944	8.512.757	7.325.013	7.323.554	6.594.710	5.656.934	4.902.059	4.203.811	3.547.360
35	6.857.527	8.347.421	8.273.737	7.716.429	7.210.978	6.972.484	6.094.998	5.232.848	4.543.673	3.852.221
40	6.405.478	7.574.836	8.282.864	8.306.878	7.184.861	7.219.807	6.523.058	5.605.613	4.866.322	4.180.612
45	5.768.516	6.576.419	8.031.745	8.013.726	7.522.263	7.073.715	6.868.421	6.018.383	5.179.301	4.507.718
50	4.900.002	6.041.008	7.181.339	7.922.557	8.013.801	6.988.797	7.061.977	6.401.752	5.519.493	4.807.146
55	3.954.821	5.306.101	6.097.090	7.537.848	7.609.040	7.222.215	6.843.398	6.676.292	5.877.301	5.081.070
60	3.081.961	4.350.563	5.428.477	6.562.355	7.354.700	7.550.587	6.653.316	6.768.096	6.175.587	5.358.641
65	2.253.998	3.337.000	4.558.154	5.360.398	6.769.975	6.969.965	6.709.041	6.417.726	6.318.858	5.612.485
70	1.689.818	2.398.778	3.478.678	4.485.244	5.583.730	6.425.810	6.726.011	6.009.214	6.194.369	5.724.325
75	1.105.206	1.542.105	2.376.283	3.402.295	4.166.841	5.452.106	5.768.364	5.669.206	5.530.360	5.546.749
80	677.628	952.619	1.426.884	2.210.011	3.007.270	3.916.084	4.680.835	5.056.545	4.650.317	4.923.087
85	314.944	471.252	701.243	1.177.050	1.799.456	2.321.289	3.193.972	3.539.625	3.624.302	3.666.988
90	155.814	265.178	382.590	619.465	1.040.354	1.559.906	2.184.041	2.941.921	3.497.756	3.642.904

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Idade	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2100
0	7.263.764	7.193.522	6.407.633	5.462.766	4.716.359	4.025.736	3.395.363	2.892.154	2.472.350	2.100.003	2.100.003
5	7.770.558	7.158.677	6.829.657	5.921.683	5.056.868	4.370.832	3.697.169	3.126.259	2.675.121	2.277.975	2.277.975
10	8.554.717	7.241.977	7.175.599	6.393.932	5.453.143	4.709.864	4.021.306	3.392.110	2.889.794	2.470.683	2.470.683
15	8.545.250	7.748.661	7.140.111	6.814.554	5.910.983	5.049.815	4.365.923	3.693.622	3.123.770	2.673.429	2.673.429
20	8.730.663	8.520.321	7.213.358	7.151.403	6.376.226	5.441.366	4.701.684	4.015.361	3.387.969	2.887.011	2.887.011
25	8.759.504	8.501.472	7.709.289	7.108.840	6.789.663	5.893.724	5.037.781	4.357.014	3.687.347	3.119.530	3.119.530
30	8.134.662	8.672.472	8.466.440	7.173.783	7.118.341	6.352.282	5.424.440	4.689.137	4.006.415	3.381.912	3.381.912
35	7.217.581	8.679.124	8.427.652	7.651.118	7.063.442	6.754.196	5.868.085	5.019.017	4.343.504	3.678.208	3.678.208
40	6.778.692	8.028.138	8.565.882	8.375.760	7.108.403	7.064.826	6.312.333	5.395.242	4.668.133	3.992.079	3.992.079
45	6.223.923	7.076.085	8.521.944	8.294.308	7.547.611	6.984.022	6.690.270	5.820.526	4.985.139	4.320.049	4.320.049
50	5.376.771	6.576.796	7.806.748	8.359.359	8.202.722	6.985.892	6.962.028	6.233.649	5.339.188	4.629.276	4.629.276
55	4.432.743	5.951.176	6.788.955	8.219.619	8.041.945	7.355.648	6.833.854	6.566.900	5.730.900	4.923.443	4.923.443
60	3.514.780	5.033.165	6.191.161	7.407.014	7.992.484	7.901.751	6.768.986	6.776.469	6.094.662	5.243.198	5.243.198
65	2.651.990	4.012.244	5.435.064	6.274.625	7.684.983	7.603.076	7.014.605	6.560.690	6.345.858	5.573.721	5.573.721
70	2.102.224	3.009.885	4.372.055	5.477.309	6.668.009	7.315.242	7.326.449	6.339.676	6.409.145	5.819.482	5.819.482
75	1.492.784	2.072.284	3.208.551	4.470.773	5.298.390	6.649.577	6.708.288	6.285.848	5.967.298	5.855.073	5.855.073
80	1.011.816	1.413.939	2.105.493	3.191.826	4.154.852	5.235.964	5.913.738	6.067.500	5.370.881	5.547.226	5.547.226
85	515.585	788.078	1.176.680	1.937.461	2.845.275	3.528.772	4.617.819	4.834.475	4.685.901	4.588.579	4.588.579
90	299.377	549.987	812.688	1.301.769	2.148.452	3.145.221	4.288.149	5.542.249	6.354.450	6.477.878	6.477.878

Elaboração das autoras.

TABELA F.3
Cenário de fecundidade constante

Idade	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
0	7.594.516	7.536.789	6.975.778	6.354.123	5.948.471	5.515.605	5.077.674	4.714.335	4.366.138	4.028.430
5	8.094.637	7.491.634	7.318.878	6.627.900	6.124.537	5.744.493	5.281.687	4.884.292	4.536.423	4.188.832
10	8.842.587	7.563.501	7.513.141	6.957.623	6.339.911	5.936.671	5.504.949	5.068.089	4.705.645	4.358.282
15	8.673.836	8.042.202	7.453.221	7.287.028	6.602.699	6.103.630	5.725.144	5.264.348	4.868.675	4.522.306
20	8.746.116	8.712.945	7.470.597	7.437.195	6.895.815	6.289.218	5.890.068	5.462.939	5.030.521	4.671.792
25	8.574.606	8.484.394	7.893.232	7.338.836	7.189.512	6.523.112	6.031.767	5.659.913	5.206.368	4.816.902
30	7.821.287	8.532.944	8.534.665	7.340.229	7.326.843	6.803.583	6.207.235	5.816.151	5.397.036	4.972.277
35	6.857.527	8.347.421	8.300.209	7.746.136	7.221.685	7.086.207	6.431.654	5.950.371	5.586.509	5.141.578
40	6.405.478	7.574.836	8.314.471	8.346.626	7.197.348	7.199.896	6.687.911	6.105.002	5.723.447	5.313.872
45	5.768.516	6.576.419	8.066.468	8.059.034	7.543.900	7.050.917	6.921.683	6.285.876	5.818.778	5.466.032
50	4.900.002	6.041.008	7.217.244	7.972.437	8.034.455	6.946.162	6.956.516	6.466.048	5.906.310	5.540.755
55	3.954.821	5.306.101	6.132.308	7.585.774	7.619.074	7.154.556	6.698.374	6.580.998	5.981.371	5.541.407
60	3.081.961	4.350.563	5.458.969	6.593.867	7.333.300	7.420.473	6.430.692	6.447.247	5.999.137	5.485.686
65	2.253.998	3.337.000	4.584.216	5.371.091	6.701.600	6.767.303	6.374.635	5.977.034	5.880.953	5.352.937
70	1.689.818	2.398.778	3.501.868	4.474.742	5.468.808	6.124.121	6.225.293	5.405.607	5.430.160	5.062.579
75	1.105.206	1.542.105	2.396.166	3.381.052	4.021.823	5.066.803	5.148.551	4.861.743	4.569.606	4.506.985
80	677.628	952.619	1.446.541	2.197.885	2.864.310	3.549.148	4.009.317	4.087.042	3.558.778	3.584.764
85	314.944	471.252	718.616	1.182.750	1.717.634	2.076.107	2.650.968	2.702.132	2.559.431	2.412.898
90	155.814	265.178	432.174	708.423	1.148.335	1.600.637	1.955.102	2.313.887	2.434.760	2.264.181

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Idade	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
0	7.263.764	7.193.522	6.654.037	6.059.465	5.671.785	5.258.613	4.822.588	4.477.454	4.146.709	3.825.654
5	7.770.558	7.158.677	6.985.900	6.323.461	5.841.839	5.478.538	5.017.726	4.640.112	4.309.561	3.979.140
10	8.554.717	7.241.977	7.177.282	6.641.753	6.049.944	5.663.861	5.251.497	4.816.222	4.471.694	4.141.513
15	8.545.250	7.748.661	7.142.889	6.973.050	6.313.409	5.833.479	5.470.952	5.010.962	4.634.028	4.304.067
20	8.730.663	8.520.321	7.217.578	7.157.419	6.625.610	6.036.629	5.651.627	5.240.397	4.806.266	4.462.657
25	8.759.504	8.501.472	7.714.059	7.116.357	6.950.430	6.294.775	5.816.610	5.455.487	4.997.122	4.621.530
30	8.134.662	8.672.472	8.472.728	7.183.027	7.128.176	6.600.995	6.014.738	5.631.684	5.222.417	4.790.245
35	7.217.581	8.679.124	8.438.085	7.664.189	7.076.626	6.915.100	6.263.545	5.788.546	5.429.910	4.974.376
40	6.778.692	8.028.138	8.578.785	8.393.336	7.122.693	7.073.965	6.551.659	5.970.823	5.591.538	5.186.089
45	6.223.923	7.076.085	8.536.458	8.316.353	7.563.258	6.990.866	6.832.576	6.190.164	5.721.994	5.368.665
50	5.376.771	6.576.796	7.826.144	8.386.869	8.220.740	6.984.373	6.940.194	6.429.574	5.861.209	5.490.429
55	4.432.743	5.951.176	6.811.458	8.250.753	8.058.871	7.340.157	6.789.889	6.638.540	6.016.535	5.563.494
60	3.514.780	5.033.165	6.215.013	7.439.034	7.999.680	7.858.543	6.684.262	6.645.430	6.159.689	5.618.086
65	2.651.990	4.012.244	5.464.296	6.305.561	7.676.222	7.521.177	6.862.190	6.352.978	6.216.468	5.638.623
70	2.102.224	3.009.885	4.405.172	5.505.888	6.640.747	7.171.363	7.064.541	6.016.397	5.988.875	5.557.994
75	1.492.784	2.072.284	3.245.094	4.507.406	5.259.045	6.445.168	6.339.902	5.794.716	5.374.219	5.268.006
80	1.011.816	1.413.939	2.140.390	3.235.703	4.114.525	5.018.661	5.452.988	5.385.645	4.598.359	4.588.978
85	515.585	788.078	1.194.404	1.976.064	2.830.025	3.358.671	4.163.882	4.112.727	3.774.356	3.514.554
90	299.377	549.987	919.928	1.521.483	2.489.591	3.482.771	4.282.971	4.989.308	5.185.135	4.818.399

Elaboração das autoras.

EDITORIAL

Chefe do Editorial

Reginaldo da Silva Domingos

Supervisão

Carlos Henrique Santos Vianna

Revisão

Bruna Oliveira Ranquine da Rocha

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Elaine Oliveira Couto

Lis Silva Hall

Mariana Silva de Lima

Marlon Magno Abreu de Carvalho

Vivian Barros Volotão Santos

Matheus Tojeiro da Silva (estagiário)

Rebeca Raimundo Cardoso dos Santos (estagiária)

Editoração

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Mayana Mendes de Mattos

Mayara Barros da Mota (estagiária)

Capa

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico

Aline Cristine Torres da Silva Martins

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Livraria Ipea

SBS – Quadra 1 - Bloco J - Ed. BNDES, Térreo.

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 2026-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.



ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL